

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва)

на тему: *Об'ємна машина*

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Станіслав Сергійович Антонов _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Луговський О.Ф., д.т.н., професор _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці асистент Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н. доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) О.Ф. Луговський
(прізвище ініціали)
“ _____ ” _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Підпалому Володимиру Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема проекту: **Об'ємна машина**

керівник проекту Луговський О.Ф., д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 22 ” травня 2019 року № 1326-с

2.Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4.Зміст пояснювальної записки _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	асист. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						1
Ізм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: *Об’ємна машина*

студент 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Станіслав Сергійович Антонов _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Керівник Луговський О. Ф., д.т.н., професор _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Анотація

Проект присвячений розробці об'ємної гідромашини для переміщення вантажів, яка працює використовуючи сили інерції, у важкохідних місцях з метою економії часу та коштів. Розробці даної машини сприяє факт поганої інфраструктури в багатьох місцях нашої планети, а саме: у місцях болотистої місцевості та в місцях, де немає можливості пройти іншим видом транспорту.

В роботі наведено типи інерціодів та описано принцип їхньої роботи. Проведено аналіз конструкції та виконано розрахунки основних параметрів машини.

Ключові слова: інерціод, об'ємна машина, гідродвигун, гідромашина, переміщення, пластинчатий насос.

Annotation

The project is dedicated to the development of a volumetric hydraulic machine to move cargo, which operates using the force of inertia, in vaikona places to save time and money. The development of this machine contributes to the fact of poor infrastructure in many places of our planet, namely: in places of swampy terrain and in places where there is no possibility to pass another mode of transport.

The types of inertial and described their work. The analysis of the design and calculations of the main parameters of the machine.

Keyword: inertial, volumetric machine, hydraulic engine, hydromachine, moving, vane pump.

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ ДО ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ІНЕРЦІЯ	9
1.1. Загальні відомості про інерцію	9
1.2. Застосування явища інерції	9
1.3. Інерціоїди.....	10
1.3.1. Поняття інерціоїда.....	10
1.3.2. Пояснення парадоксу	10
1.3.3. Принцип роботи.....	11
1.3.4. Типи інерціоїдів.....	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ПРОПОЗИЦІЯ.....	19
2.1 Опис конструкції	19
2.2. Опис роботи	20
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ	22
3.1. Аналіз вхідних даних	22
3.2. Розрахунок основних характеристик машини та підбір значень, що відповідають стандартним.....	22
3.3. Обчислення об'єму «пневмогідроакумулятора».....	28
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄМНОЇ МАШИНИ	34
4.1. Аналіз вхідних даних	34
4.2. Розрахунок основних параметрів.....	35
4.3. Обчислення об'єму «пневмогідроакумулятора».....	39
4.4. Інші конструктивні рішення.....	42
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	43
5.1. Технологічний контроль якості кресленника	43
5.1.1. Зміст технологічних операцій	45
5.2. Розрахунок режимів різання.....	49

5.2.1. Розрахунок режимів різання на розточування отвору Ø72 мм.....	49
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
6.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі	57
6.2. Пожежна безпека	57
6.3. Загальна характеристика мікроклімату робочої зони під час роботи над дипломною роботою	59
6.4. Освітлення робочого приміщення	60
6.5. Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.....	61
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68

ВСТУП

Актуальність. Двадцять перше століття – століття технологій та швидкого поширення науково-технічного прогресу. В даний момент часу людина ступила майже у всі частини нашої планети: гори, пустелі, океани. Було заселено та заселяється все більше і більше місць, де вчора господарем була дика природа. Але попри це, людям не вдалось створити таку інфраструктуру, яка покрила б сто відсотків планети [11].

Ліс, гора, болото – це ще не весь перелік перешкод, які постають перед людиною при прокладанні доріг. Класифікувати перешкоди можна умовно на декілька типів: природні та штучні. До природних перешкод належать перешкоди, що були створеними без втручання людини, це такі як ліс, озеро, болото, гора, урвище та інші. До штучних або створених людиною перешкод належать будівлі, паркани та інші перешкоди, які були створені в результаті життєдіяльності людини [11].

Існує декілька способів пройти крізь штучні чи природні перешкоди, а саме: обійти, пройти крізь перешкоду чи перелетіти. Пройдемо по кожному способу окремо [11].

1. *Обхід перешкоди.* Є одним із найпростіших способів подолання перешкоди, але має декілька суттєвих недоліків: потрібна розробка іншого маршруту (але його може і не бути) та не завжди є економнішим по часу, адже дорога в обхід може зайняти занадто багато часу [11].

2. *Пройти крізь перешкоду.* Даний спосіб проходження перешкод є чи не найскладнішим, адже вимагає залучення спеціальної техніки та ставить під загрозу життя людей. Також даний спосіб може застосовуватись далеко не завжди, а час проведення даних операцій напряду залежить від погодних умов, пори року та дня [11].

3. *Переліт через перешкоду.* Найбезпечніший та найпростіший спосіб подолання перешкоди. Він має декілька суттєвих переваг над першими двома

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

способами: займає найменше часу (не потрібно витратити час на обхід чи прокладання шляху через перешкоду), майже не впливає на навколишнє середовище та може бути здійсненим не залежно від пори року та часу доби [11].

Транспортні засоби для перельоту над перешкодами. На сьогоднішній день існує декілька типів машин, які використовуються для переміщення вантажів та людей над землею (бездоріжжям), а саме: вертольоти, літаки та квадрокоптери. Дані машини мають як плюси, так і мінуси. Для прикладу, літак має змогу перевозити великі вантажі на великі відстані, але при цьому він є занадто шумним і використовує злітну смугу для зльоту. Вертолїт дещо більше підходить для завдань такого типу, але є занадто шумним та коштовним. Квадрокоптер є найбільш підходящим для даної роботи: він є компактним (його легко переносити з місця на місце), є достатньо тихим (якщо порівнювати з літаком чи вертольотом), але його підйомної сили недостатньо для переміщення людей чи вантажів [11].

Як альтернатива даним засобам переміщення пропонується апарат, який в якості підйомної сили використовує відцентрову силу.

Тож метою даного дипломного проекту є створення засобу для переміщення в умовах бездоріжжя, який буде використовувати відцентрову силу в якості підйомної.

РОЗДІЛ 1. ІНЕРЦІЯ

1.1. Загальні відомості про інерцію

Інерція (від лат. *inertia* - Бездіяльність, відсталість) - властивість тіл зберігати спокій або рівномірний прямолінійний рух, якщо зовнішні впливи на нього відсутні або взаємно скомпенсовані [21].

Існування явища інерції в класичній механіці називається Першим законом Ньютона, який ще називають Законом інерції. Його класичне формулювання дав Ньютон у своїй книзі "Математичні початки натуральної філософії":

Усяке тіло продовжує утримуватися в стані спокою або рівномірного і прямолінійного руху, поки й оскільки воно не примушується прикладеними силами змінити цей стан [21].

Сучасне ж формулювання закону таке:

Існують такі системи відліку, щодо яких матеріальна точка при відсутності зовнішніх впливів (або при їх взаємної компенсації) зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху [21].

Системи відліку, в яких виконується закон інерції, називають інерційними системами відліку (ІСВ). Всі інші системи відліку (наприклад, що обертаються або рухаються з прискоренням) називаються відповідно - неінерційними. Проявом неінерцій в них є виникнення фіктивних сил, які називаються "Силами інерції" [21].

1.2. Застосування явища інерції

Явище інерції широко застосовується в побуті й техніці. Явище інерції використано й у детонаторах артилерійських снарядів. Коли снаряд, ударяючись об перешкоду, раптово зупиняється, вибуховий капсуль, що знаходиться всередині снаряда, але не зв'язаний жорстко з його корпусом, продовжує рухатися

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

й натикається на жало детонатора, з'єданого з корпусом. Подібно до цього значне прискорення, яке отримує снаряд у момент пострілу, використовується для того, щоб відвести запобіжник, що усуває небезпеку вибуху снаряда під час його зберігання, перевезення або заряджання гармати. Водночас явище інерції може бути й небезпечним, якщо його не враховувати. Наприклад, не можна різко гальмувати переднім гальмом під час їзди на велосипеді: «зберігаючи швидкість», можна легко вилетіти із сідла й отримати травму [22].

1.3. Інерціоїди

Явище інерції також може використовуватись і для переміщення, прикладом цього є інерціоїд.

1.3.1. Поняття інерціоїда

Інерціоїд - механізм, пристрій або ж апарат, нібито здатний поступально рухатись у просторі (або поверхні) без взаємодії з навколишнім середовищем, лише за рахунок переміщення робочого тіла, що знаходиться всередині.

Можливість створення такого рушія заперечується сучасною наукою через протиріччя закону збереження імпульсу.

1.3.2. Пояснення парадоксу

Принцип роботи двигуна інерціоїда заснований на тому, що всередині нього знаходиться вантаж, який за допомогою приводу від електромотора здійснює періодичний рух по замкнутій траєкторії всередині корпусу машини. При русі в одному напрямку сила, що прискорює вантаж мала, при русі в зворотному напрямку прискорює сила велика. Згідно з третім законом Ньютона, при русі вантажу в одному напрямку він діє на корпус інерціоїда з маленькою

силою, що не перевищує силу тертя спокою інерціоїда про поверхню Землі, а при русі в іншому напрямку - з великою силою, що перевищує силу тертя і приводить в рух інерціоїд.

Відповідно до закону збереження імпульсу $m\Delta V = F\Delta t$, де m - маса грузила з пружиною на інерціоїді, ΔV - набута ним швидкість, F - сила для прискорення грузила на пружині, за третім законом Ньютона, рівна силі дії грузила на інерціоїд, Δt - час прискорення грузила на пружині в одному напрямку. Якщо величина імпульсу $m\Delta V$ дорівнює за абсолютною величиною для прямого і зворотного напрямку прискорення грузила, то сила для прискорення грузила на пружині більше за абсолютною величиною, ніж менше час прискорення грузила на пружині в одному напрямку. При прискоренні грузила в одну сторону з великим часом, сила для прискорення грузила на пружині менше сили тертя спокою, при прискоренні грузила в іншу сторону сила для прискорення грузила на пружині більше сили тертя спокою і сили тертя руху, тож модель приходить в рух.

1.3.3. Принцип роботи

Принцип роботи інерціоїдів полягає в тому, що їх цілеспрямований рух викликається різницею сили тертя в опорі при прямому і зворотному напівтакті роботи. При сухому терті опір повільного руху перевищує опір швидкому (при одному напівтакті, коли додається мала сила, сила тертя спокою не долається і апарат залишається на місці; при зворотному напівтакті сила тертя долається, апарат рухається). У рідинах навпаки — опір швидкому руху переважає над опором повільного руху. Пояснення ефекту в рідинах принципово інше (так як в рідинах і газах немає сили тертя спокою) і засноване на силах в'язкості тертя.

Тим самим заперечується заявлена можливість переміщення без взаємодії із зовнішнім середовищем — взаємодія з середовищем відбувається через тертя (це доводять і експерименти з інерціоїдами на крутильних вагах, коли

спрямований рух не виникає; у вакуумі рух інерціодів, що працюють на принципі відкидання повітря, також не відбувається).

1.3.4. Типи інерціодів

- Інерціоди з грузилами

У даної групи інерціодів маси на важелях рухаються помахами. В 1873 році у К. Е. Ціолковського з'явилася ідея відцентрового механізму, який складався з приводу і двох перевернутих маятників. Вони циркулювали вгору-вниз (рис. 1.1.А). При подальшому роздумі майбутній основоположник сучасної космонавтики відмовився від своєї думки.

У 1899 році подібний апарат був побудований американцем Р. Годдардом. Однак його модель не запрацювала. Повертаючись до машини подібного типу, П. Колосов, що відцентрові сили реальні та пристрої, що працюють на їх основі, зможуть замінити літаки. Однак ця впевненість нічим не обґрунтована, бо не враховано рівну дію сил, що притискають апарат до землі при прискоренні вантажів.

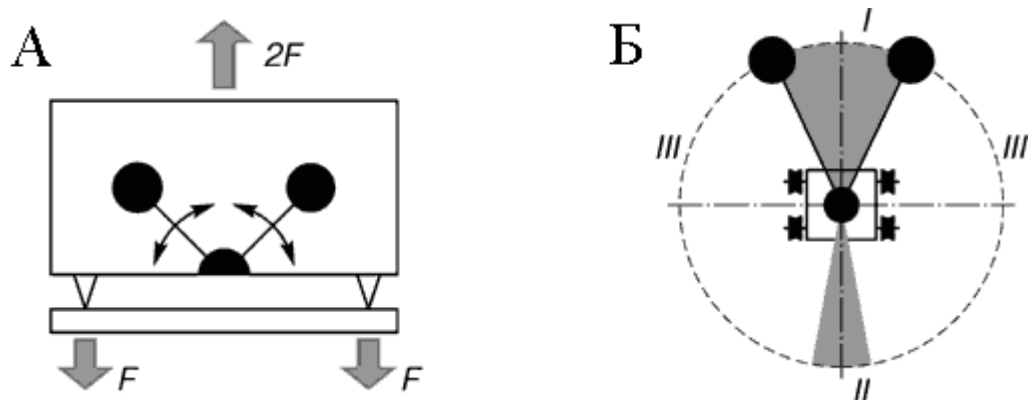


Рис. 1.1 Інерціоди:

А – модель Ціолковського

Б – візок Толчина (зона I - прискорення, зона II - сповільнення,
зона III - рух по інерції)

- Інерціїди з вантажами, що прискорюються

Інерціїди з вантажами майже не відрізняються від інерціїдів з грузилами. Якщо від часткового проходження кола перейти до повного замкнутого циклу (рис. 1.1.Б). Враховуючи відцентрові сили і реакції розгону, сума імпульсів за цикл дорівнює нулю, що врахував один із творців інерціїдів з вантажами, що прискорюються Толчин. В його моделях маси вантажів і довжини важелів незмінні, але вантажі рухаються зі змінними швидкостями.

При демонстраціях такі моделі ривками зміщувалися вперед. Намагаючись усвідомити причини руху інерціїдів з вантажами, що прискорюються, було виявлено, що зміщення пов'язано з нелінійною залежністю тертя коліс візка з дорогою. Тертя росте разом зі швидкістю, а тому воно сильніше гальмує інерціїди при гальмуванні ексцентриків, ніж при їх розгоні.

Філатовим було показано, що фактичний пробіг інерціїдів з вантажами, що прискорюються за цикл вчетверо більше, ніж за цією гіпотезою, і саме тому висунув іншу причину: згідно з нею механізм рухають впорядковані сили коріоліса.

Також хотів пояснити рух інерціїдів з вантажами, що прискорюються М. Колмаков. Він перемінно вмикав то розгінний двигун, то гальмо, що змінюють швидкості ексцентриків, які обертаються в різні боки. Візок завжди зміщувався назустріч ексцентрикам, і зміщення при розгоні вантажів було більше, ніж при гальмуванні. Це зумовлено включенням гальма еквівалентно уявному зростанню маси.

- Інерціїди зі змінним важелем

Якщо змінювати довжину важеля і при цьому зберігати обороти, то відцентрова сила буде змінюватись аналогічно. У дослідженні Н. Бобоеда та П. Колосова, що проводилось для поліпшення роторно-поршневих двигунів було запропоновано простий механізм: при розкручуванні вала момент інерції даного

механізму збільшується із-за зсуву кульових поршнів до периферії під дією відцентрових сил (рис. 1.2.А).

Для того, щоб знизити момент інерції і підвищити обороти можна повернути поршні до валу напором газу ззовні. В даному випадку цікаво використані відцентрові сили, що зустрічається досить рідко. Подібну ідею, але в загальному вигляді було запропоновано через декілька років К. Барамідзе, який врахував одночасну дію сил коріоліса та відцентрових сил.

За підрахунками було визначено переваги типових конструкцій. Якщо важок масою близько 200 г рухається по внутрішній стінці отвору з постійною швидкістю 100 об/с, а радіус його обертання при цьому змінюється 16 - 20 см, то створюється неврівноважена відцентрова сила, і сила тяги досягне близько 3 т, як в тракторі Т-150К.

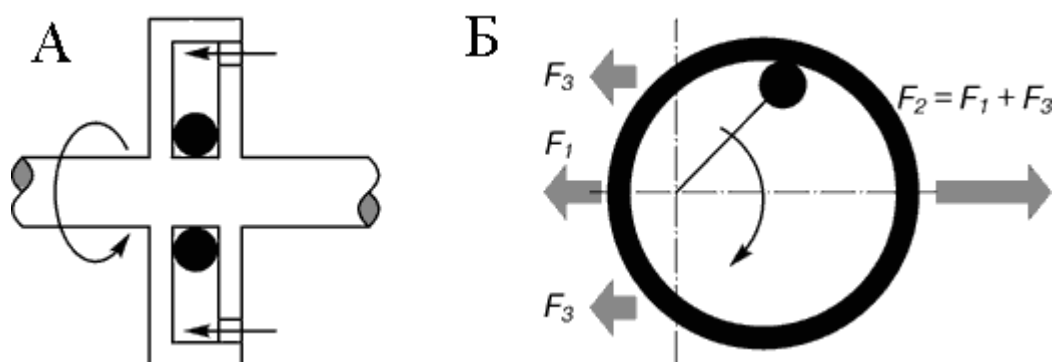


Рис. 1.2 Іннерціоїди:

А – Розкрутка вала з кульовими підшипниками

Б – Іннерціоїд з двома напівциклами руху кульки

Відцентрова сила у великому напівциклі значно більша, ніж у малому (рис. 1.2.Б), але, щоб утримати сталу частоту обертання валу, разом з подовженням важеля з грузилом треба змінювати і силу приводу. Нові відцентрові сили з'являються з приводу, але він отримає таку ж віддачу в зворотному напрямку.

- Інерціоїд - зберігач

Якщо малий вантаж розганяти малою силою, але довго, то запасений імпульс можна спрацювати швидко з великою силою. Саме так і працюють Французькі іграшки стукалки [17].

Якщо втрати відсутні, то вібратор, який коливається біля центру мас, все ж зможе стрибати на поверхні за рахунок сил тертя. Але якщо саму поверхню вбудувати в механізм – вийде інерціоїд, тяга якого буде рівною різниці втрат при розгоні - ударі вантажу. Але постало питання, чи можна зробити їх із маховиком? В одному напрямку кінетична енергія зарядку буде витрачатись на обертання масивного колеса, а в іншу – не відомо (рис. 1.3.А).

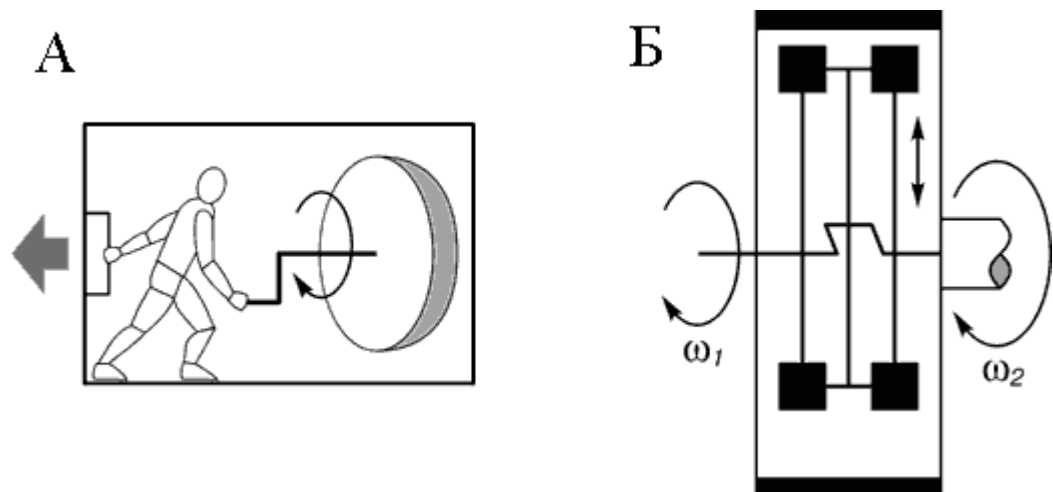


Рис. 1.3 Інерціоїди:

А – поєднання поштовху візка з обертанням маховика

Б – Безступінчатий інерційний підсилювач Некрасова

Запасати, зберігати і раціонально використовувати механічну енергію – є важливими характеристиками техніки загалом. Ті ж принципи і було закладено в основу досить незвичайного за своєю конструкцією інерційного підсилювача потужності, спроектованого І. Некрасовим (рис. 1.3.Б).

Також була гіпотеза, що розкрутивши зустрічно дві маси в космічному кораблі, а потім, в потрібний момент обірвати тяги, то вони полетять без реакції, але, вдарившись в торець корабля, штовхнуть його (рис. 1.4.А).

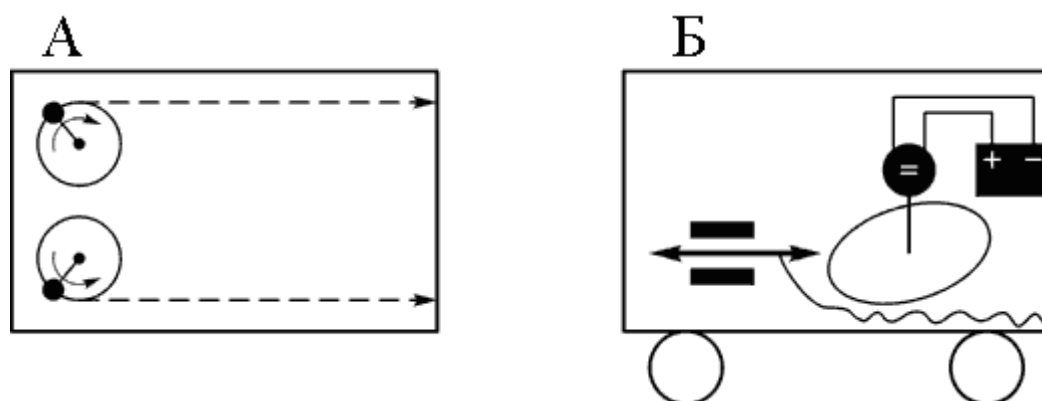


Рис. 1.4 Інерціоїди:

А – Варіант інерціоїда в космічному кораблі

Б – Модель Мосолова

- Інерціоїд – диссипатор

Найбільший клас запропонованих конструкцій інерціоїдів. Можливо, тому, що саме за рахунок дисипації (розсіювання) енергії, повинні рухатися інерціоїди (як вважають ентузіасти). Наведемо декілька прикладів конструкцій таких інерціоїдів.

Візок, побудований В. Мосоловим мав у кузові батарею з мікро моторчиком, який через редуктор і планетарну шайбу з кожним обертот штовхав втулку, а вона, у свою чергу часто б'є в стінку корпусу зсередини (рис. 1.4.Б). У початкове положення втулка відтягувалась гумовим паском.

Подібна ідея була і в Чуркіна, який запропонував створити параметричний інерційний привід. Даний привід являє собою жорстко замкнутий трубопровід, що частково заповнений в'язкою електропровідною рідиною. Ця рідина підштовхується електромагнітним полем і, проходячи через дросель, повинна створити спрямований імпульсний поступальний рух (рис. 1.5.А).

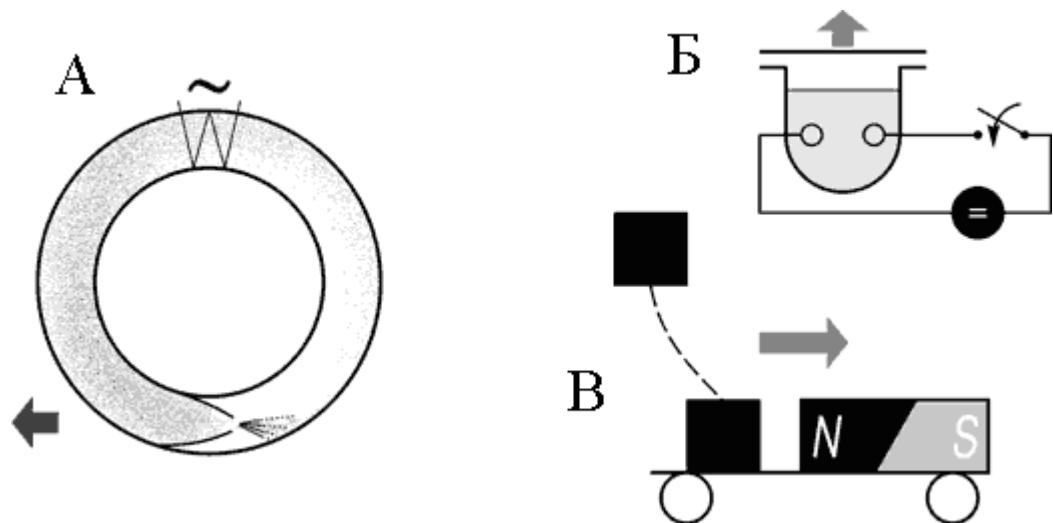


Рис. 1.5 Інерціоїди:

А – Пропозиція Чуркіна

Б – Отримання невірноважених сил за допомогою коливань рідини електричними розрядами

В – Отримання невірноважених сил шляхом відтягування падаючого залізного бруска

Майже таку конструкцію розробив і Копитов. Можна кинути металевий вантаж і він повинен притягнутись магнітом, то, отриманий імпульс передається візку (рис. 1.10.Б). Також можливо створити коливання середовища електричними розрядами (рис. 1.10.В). Хоча і законами Ньютона, і закон збереження імпульсу справедливі також і для електромагнетизму, складністю даних прикладів є сама фізика процесу.

- Інерціоїди зі змінною масою

Даного типу інерціоїдів ще немає (а точніше, самих механізмів), але вони є реальністю, оскільки відцентрові сили залежать від швидкостей, плечей і обертових мас вантажів, і зменшивши тут витрати на зміну мас можливо перемогти в силі.

Висновки до розділу:

У даному розділі було проаналізовано теоретичну частину дипломного проекту. А саме було проаналізовано поняття інерції та те, як вона застосовується в техніці та повсякденному житті. Також було проведено детальний розбір та інерціодів, як засобів для утворення підйомної сили. Було вивчено та проведено детальний аналіз та вивчення їх конструкції за типами.

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ПРОПОЗИЦІЯ

Технічна пропозиція полягає в створенні інерціоїда зі змінною масою, в основі якого будуть лежати властивості рідини та відцентрові сили, що виникають при обертанні.

2.1 Опис конструкції

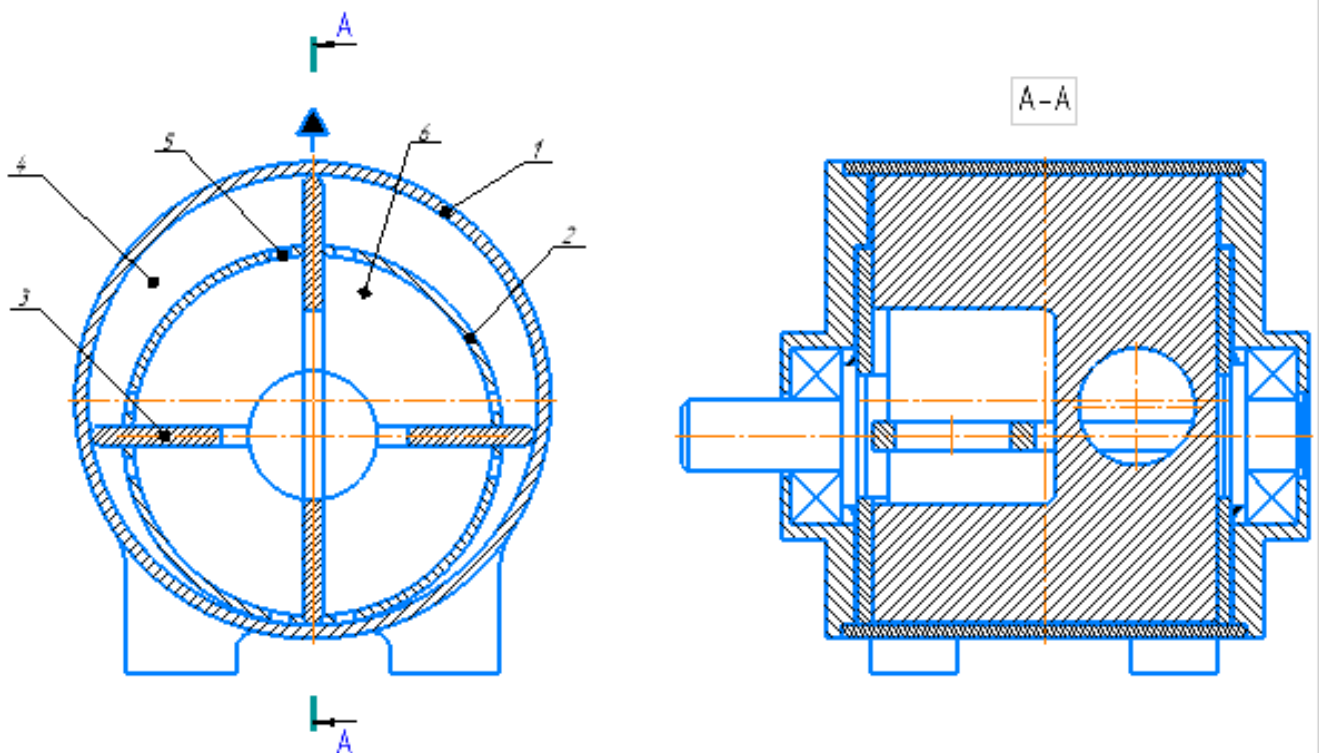


Рис. 2.1 Інерціоїд зі змінною масою

Інерціоїд зі змінною масою (далі об'ємна машина) складається з корпусу (1) у вигляді замкнутого об'єму з циліндричною внутрішньою поверхнею. Всередині корпусу (1) ексцентрично вздовж його осі розміщений порожнистий ротор (2), встановлений з можливістю обертання і з'єднаний з електромеханічним приводом зі змінною частотою обертання, який на схемі (рис. 2.1) умовно не

показаний. В циліндричному порожнистому роторі (2) радіально встановлені рухомі лопаті (3), які у висунутому положенні ділять замкнутий об'єм між зовнішньою поверхнею циліндричного ротору (2) та внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу на декілька окремих об'ємів (4), причому всі окремі об'єми за допомогою отворів (5) з'єднані з внутрішньою порожниною (6) ротору (2). Внутрішній об'єм корпусу (1) та ротору (2) заповнений робочим тілом – рідиною або рідким металом, наприклад, ртуттю, але не повністю. Корпус (1) співвісно та жорстко своїм торцем з'єднаний з аналогічним корпусом замкнутого циліндричного об'єму другої половини рушія, яка оснащена аналогічним електромеханічним приводом, який завдяки зустрічному встановленню по відношенню до першого має можливість обертання в напрямку, протилежному до першого. На схемі (рис. 2.1) ця половина об'ємної машини умовно не показана.

2.2. Опис роботи

Об'ємна машина працює наступним чином. У відповідності до схеми (рис. 2.1) при обертанні за допомогою електродвигуна ротора (2), лопаті (3) під дією відцентрових сил починають рухатись в радіальному напрямку та притискаються до внутрішньої циліндричної поверхні корпусу (1). При цьому утворюються камери з об'ємами (4). При обертанні ексцентрично встановленого ротора (2), камери (4) змінюють свої об'єми. Робоче тіло при цьому перетікає примусово через отвори (5). Тобто, при обертанні ротора (2) та русі лопатей (3) загальний об'єм корпусу (1) залишається незмінним. Оскільки корпус (1) та ротор (2) заповнені робочою рідиною не повністю, то при обертанні ротора, лопаті, змушуючи обертатись разом і робочу рідину, призводить до того, що за рахунок відцентрових сил робоча рідина буде притискатись до внутрішньої циліндричної поверхні ротора (2), прискорюючи примусове заповнення через отвори (5) тих об'ємів (4) між ротором (2) і корпусом (1), що збільшуються при обертанні ротора (2). При цьому в центральній частині ротора (2) збереться повітря, яке з'явилося в

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

наслідок неповного заповнення робочою рідиною корпусу (1). Змінні об'єми (4) та ексцентричне розміщення ротора (2) при обертанні призводять до виникнення невідновленої відцентрової сили, яка в якості суми проекцій сил від окремих об'ємів робочого тіла між лопатями буде спрямована в один бік і буде рухати транспортний засіб, на якому встановлено об'ємну машину. За рахунок нахилу об'ємної машини та зміни частоти обертання електродвигуна можна змінювати напрямок руху та швидкість транспортного засобу. Зустрічне механічне з'єднання двох подібних пристроїв дозволить ліквідувати момент, що перекидає конструкцію. При цьому тягове зусилля об'ємної машини збільшується в два рази. На відміну від рішення, що пропонується, у звичайних гелікоптерах на компенсацію цього моменту витрачається частина тягового зусилля. Пневмогідроаккумулятор, що утворено всередині ротора дозволить компенсувати розширення робочої рідини внаслідок нагрівання та компенсувати втрати рідини при витіканні через ущільнення ротора.

Висновки до розділу:

У даному розділі було представлено технічну пропозицію до дипломного проекту. Було детально описано конструкції установки, яка пропонується та пояснено принцип її роботи.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ

Методика розрахунку включає в себе аналіз вхідних даних, розрахунок основних характеристик машини, підбір значень, що відповідають стандартним, а також аналіз даних, отриманих у результаті проведених розрахунків.

Також потрібно приділити увагу розрахунку «пневмогідроаккумулятора», так як він є основною складовою установки і від правильності розрахунку його об'єму залежить робота установки.

3.1. Аналіз вхідних даних

В даному пункті проводиться аналіз установки, тобто її вхідні характеристики (частота обертів вала, робочий об'єм, допустимі габарити та ін).

Результатом такого аналізу є розуміння технічного завдання, яке постає перед початком розрахунку та проектування даної установки.

Також у даному пункті обираються:

1) Робоча рідина.

Вона повинна задовольняти ряд характеристик, а саме: працювати в різних температурних умовах, не бути занадто густою (установка просто не зможе працювати), задовольняти умови роботи (тобто те, як вона впливає на людей, які будуть з нею працювати) та ін.

2) Матеріали, з яких будуть зроблені основні частини установки.

Безпосередньо впливає на роботу установки (її вага, вартість). Деякі деталі повинні бути зробленими з матеріалів, що можуть бути стійкими від корозії (так як у середину установки залита рідина, яка містить воду).

3.2. Розрахунок основних характеристик машини та підбір значень, що відповідають стандартним

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Так як дана установка має схожість з конструкцією пластинчатого насосу, то її основні характеристики будуть дещо схожими і деяка частина розрахунків буде збігатись з розрахунками пластинчатих насосів.

Основними характеристиками даної машини є радіус внутрішнього кільця статора, довжина статора (ротора), внутрішній та зовнішній діаметри ротора, товщина та ширина пластини (в даному випадку лопаті).

1) В даному пункті обирається кратність машини.

2) Вибір коефіцієнта стиснення:

Коефіцієнт стиснення обирається з діапазону: $k_{\Pi}=0,8..0,95$.

3) Вибір кількості пластин (лопатей).

Дані машини (пластинчаті насоси) мають від 4 до 16 лопатей.

4) Визначення розрахункового значення ексцентриситету:

Ексцентриситет знаходиться за формулою:

$$e = (0,1...0,1875) \cdot R,$$

де R – найбільший радіус порожнини статора, мм.

5) Визначення мінімальної товщини пластини:

Мінімальна товщина пластини насоса знаходиться шляхом виведення з формули для знаходження оптимальної кількості пластин:

$$z_{opt} = \pi \sqrt[3]{\frac{R(2\lambda + 1)}{3\delta_{opt}}} \Rightarrow \delta_{opt} = \frac{\pi R(2\lambda + 1)}{3z_{opt}^3},$$

де z_{opt} – оптимальна кількість пластин, од.;

R – найбільший радіус порожнини статора, мм;

λ – відношення ексцентриситету до радіусу порожнини статора, од.:

$$\lambda = \frac{e}{R}.$$

6) Визначення ширини пластини:

Ширина пластини визначається в залежності від величини ексцентриситету (вона повинна бути такою, щоб при максимальному вильоті пластини з ротора близько 2/3 її довжини залишалось в пазі ротора, що зменшує імовірність її заклинювання). Загальна формула для визначення ширини пластини в машинах даного типу:

$$h = (3,5...4) \cdot e,$$

де e – ексцентриситет, мм.

В даній об'ємній машині довжина пластини така, що можливість заклинювання виключена (пазом для пластини є весь ротор), тому виведемо для цього формулу (див. рис. 3.1):

$$R = \frac{e + \frac{\delta}{2}}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{e + \frac{\delta}{2}}{R} \Rightarrow \beta = \arcsin \left(\frac{e + \frac{\delta}{2}}{R} \right),$$

$$h = 2 \cdot R \cdot \cos \beta,$$

де e – ексцентриситет, мм;

R - найбільший радіус порожнини статора, мм;

δ - товщина пластини (лопаті), мм.

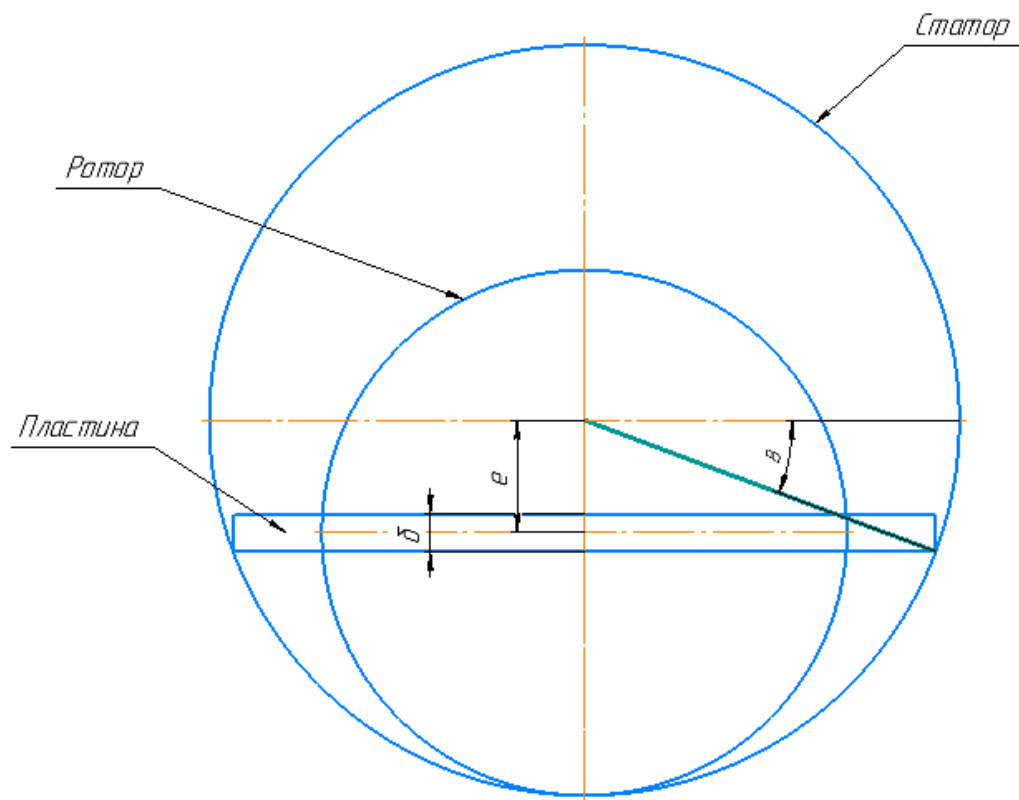


Рис. 3.1 Розрахунок ширини пластини

7) Визначення довжини ротора (пластини):

Визначення довжини ротора (вона ж є довжиною пластини) проводиться з урахуванням найбільшого радіусу порожнини статора для того, щоб запобігти заклинюванню пластин.

Формула для знаходження довжини ротора:

$$l = (3..5) R,$$

де R - найбільший радіус порожнини статора, мм.

8) Визначення радіуса ротора:

Радіус ротора визначається в залежності від найбільшого радіусу порожнини статора, ексцентриситету та зазору між статором і ротором за формулою:

$$r = R - e - c,$$

де R – найбільший радіус порожнини статора, мм;

e – ексцентриситет, мм;

c – зазор між ротором і статором (обирається зі стандартного ряду), мм.

9) Визначення мінімальної товщини стінки корпусу (статорного кільця):
Знаходження мінімальної товщини стінки корпусу знаходиться з для того, щоб при роботі машини він залишився цілим (щоб при стабільній роботі, або при роботі зі стрибками тиску його не пошкодило).

t знаходиться за формулою:

$$t = \frac{p \cdot D}{[\sigma] + p},$$

де p - тиск в машині, МПа;

D - внутрішній діаметр статору, м;

$[\sigma]$ - напруження при температурі 20°C , МПа.

Розрахунок тиску в машині проводиться з урахуванням максимальної відцентрової сили та площі, на яку вона діє:

$$p = \frac{F_g}{S},$$

де F_g - максимальна відцентрова сила, що виникає в машині, Н;

S - площа, на яку діє відцентрова сила, м^2 :

$$S = m \cdot l,$$

де l - довжина ротора, мм;

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

m - довжина ділянки статора, на яку діє відцентрова сила:

$$m = \frac{\pi \cdot R}{2},$$

де R - найбільший радіус порожнини статора, мм.

10) Визначення максимальної відцентрової сили вздовж осей:

Розрахунки відцентрової сили повинні проводитись із врахуванням того, що відцентрова сила, яка створюється за рахунок обертання ротора, буде діяти у всіх напрямках. Але за рахунок ексцентричності ротора і наявності рідини в середині машини відцентрова сила буде різною у всіх напрямках, тобто зі збільшенням об'єму камери з рідиною вона буде більшою. Також при розрахунках слід звернути увагу на те, що можна не враховувати масу рідини, яка знаходиться в середині ротора, адже вона буде створювати однакову відцентрову силу у всіх напрямках.

$$F_B = m\omega^2 R,$$

де m – маса рідини, яка знаходиться в камері між корпусом та ротором (при використанні дистильованої води, як робочої рідини $m \approx V$, де V – об'єм камери);
 ω – кутова швидкість,

$$\omega = 2\pi n,$$

де n – частота обертання вала;

R – найбільший радіус порожнини статора.

Тоді остаточна формула визначення максимальної відцентрової сили вздовж осей:

$$F_B = 4m\pi^2 n^2 R.$$

11) Визначення підйомної сили:

Для створення підйомної сили потрібно створити таку відцентрову силу, яка буде більшою в 1,2 – 1,5 раз за силу, необхідну для того, щоб підняти вантаж. Тобто потрібно подолати сили гравітаційного тяжіння F_T . В умовах атмосфери Землі вони будуть рівними:

$$F_T = (1,2..1,5)mg,$$

де m – маса тіла, що підіймається;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Тоді для знаходження підйомної сили потрібно знайти різницю між відцентровою силою, створеною об'ємною машиною та силами гравітаційного тяжіння:

$$F = F_B - F_T.$$

3.3. Обчислення об'єму «пневмогідроакумутора»

Даний пункт включає в себе розрахунок об'єму повітря, що знаходиться в установці (так званий «пневмогідроакумулятор») та перевірку основних параметрів установки на міцність. Такими параметрами виступають товщина пластини, товщина корпусу (статорного кільця), товщина ротора.

Як було сказано вище (див. п. 2.2), «пневмогідроакумулятор» потрібен для того, щоб компенсувати об'ємне температурне розширення робочої рідини при роботі установки.

Розрахунок об'єму «пневмогідроаккумулятора» проводиться для того, щоб можна було знайти точний об'єм рідини, яка потрібна для роботи машини, і він буде залежати від деяких параметрів, а саме:

- 1) Від загальних розмірів статорного кільця, платин (лопатей) та ротора.
- 2) Від коефіцієнта температурного розширення рідини.
- 3) Від тиску, який буде в об'ємній машині.

При розрахунку об'єму «пневмогідроаккумулятора» основним буде коефіцієнт температурного розширення рідини (або коефіцієнт теплового розширення), який залежить від зміни температури в установці і визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p,$$

де V – максимальний об'єм рідини, що може знаходитись в установці;

$\frac{\partial V}{\partial T}$ - зміна об'єму робочої рідини при зміні температури на 1 К.

Тоді знаходження мінімального об'єму «пневмогідроаккумулятора» буде проводитись наступним чином:

$$V_{n\partial a} = k \cdot V_{\max} \cdot \alpha,$$

де k – коефіцієнт запасу;

V_{\max} – максимальний об'єм робочої рідини, який можливо залити в установку;

α – коефіцієнт температурного розширення рідини.

Максимальний об'єм робочої рідини знаходиться з урахуванням геометричних розмірів установки:

$$V = V_{\text{корп}} - (V_p + 2 \cdot V_{\text{пл}}),$$

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

де $V_{\text{корп}}$ - загальний об'єм корпусу;

V_p - загальний об'єм, який займає ротор;

$V_{\text{пл}}$ - загальний об'єм, який займає пластина.

Знаходження загального об'єму корпусу:

$$V_{\text{корп}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = \pi \cdot R^2 \cdot l,$$

де R – найбільший радіус порожнини статора,

l – довжина ротора.

Знаходження загального об'єму ротора:

$$V_p = V_{\text{рк}} - V_{\text{отв}},$$

де $V_{\text{рк}}$ - загальний об'єм роторного кільця;

$V_{\text{отв}}$ - загальний об'єм отворів для перетікання рідини.

Знаходження об'єму роторного кільця:

$$V_{\text{рк}} = (S_1 - S_2) \cdot l = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot l,$$

де D - діаметр зовнішнього кільця ротора;

d - діаметр внутрішнього кільця ротора;

l – довжина ротора.

Знаходження об'єму, який займають отвори для перетікання рідини (див. схему на рис. 3.2):

$$V_{отс} = (n \cdot a \cdot b + \frac{\pi \cdot b^2}{4}) \cdot h,$$

де n - кількість отворів;

a - довжина паза;

b - ширина паза;

h - товщина ротора.

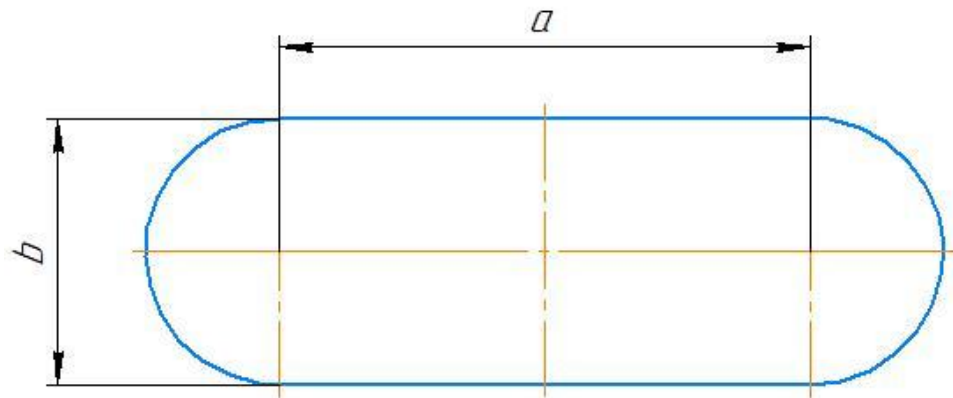


Рис. 3.2 Отвір для перетікання рідини

Знаходження об'єму пластини:

Спочатку знайдемо загальну площу пластини з усіма отворами (див. рис. 3.3):

$$S_{nl} = S_1 - S_2 - S_3 = a \cdot b - \frac{\pi \cdot d^2}{4} - c \cdot d,$$

де S_1 - загальна площа пластини;

S_2 - площа круглого отвору;

S_3 - площа прямокутного отвору.

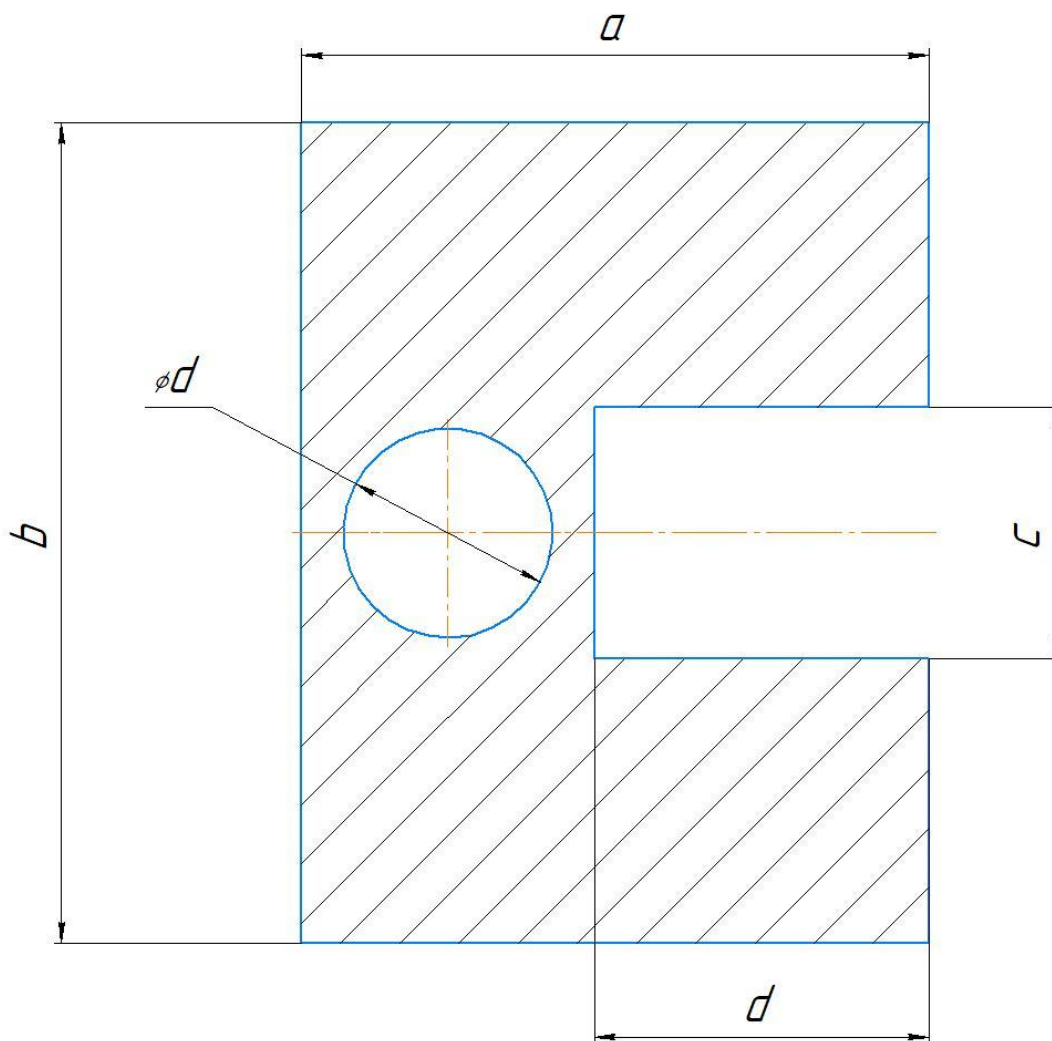


Рис. 3.3 Форма пластини з розмірами

Знайдемо загальний об'єм, що займає одна пластина:

$$V_{nl} = S_{nl} \cdot t ,$$

де t – товщина пластини.

Висновки до розділу:

У даному розділі було представлено методику розрахунку основних параметрів об'ємної машини. Даний розрахунок на 100% підходить до машин

даного типу та конструкції. Представлені формули були підібрані чи виведені безпосередньо для даної установки.

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄМНОЇ МАШИНИ

4.1. Аналіз вхідних даних

Дана об'ємна машина буде застосовуватись для створення підйомної сили. Підйомна сила буде виникати в результаті створення відцентрових сил в пластинчатому насосі, тож розрахунок машини буде аналогічним до розрахунку насоса.

Вхідними параметрами для розрахунку буде частота обертання ротора $n = 3000$ об/хв та найбільший радіус порожнини статора $R = 120$ мм.

1) Обираємо робочу рідину.

Робоча рідина обирається з урахуванням ряду факторів. Такими факторами є її фізичні та хімічні властивості, дороговизна та доступність на ринку.

Обираємо робочу рідину Етиленгліколь.

Хімічна формула $C_2H_4(OH)_2$.

Етиленгліколь — $(C_2H_4(OH)_2)$ органічна сполука, найпростіший двоатомний спирт; густа безбарвна рідина; рідкий абсорбент вологи із природного газу ($C_2H_6O_2$). Застосовують у виробництві синтетичних смол, штучного волокна, як антифриз тощо [20].

Дана робоча рідина є доступною, відносно не дорогою та що найголовніше, працює при широкому діапазоні температур.

2) Обираємо основний матеріал, з якого буде зроблена установка.

Так як у середину установки залита рідина основою якої є вода, матеріал, з якого зроблена установка повинен бути стійким від корозії.

Обираємо матеріал Сталь 12X18H10T.

Клас сталі: конструкційна, криогенна.

Використовується в промисловості для деталей, що працюють до $600^\circ C$.

Хімічний склад сталі регламентується ГОСТом 5632-72 [19].

Основним елементом сплаву 12Х18Н10Т є залізо (Fe). Крім того, до складу хром-нікелевої сталі входять хімічні елементи в наступному процентному співвідношенні [19]:

- хром (Cr) від 17 до 19%;
- нікель (Ni) від 9 до 11%;
- титан (Ti) близько 0,8%;
- кремній (Si) не більше 0,8%;
- сірка (S) менше 0,02%;
- марганець (Mn) не менше 2%;
- мідь (Cu) до 0,03%;
- фосфор (P) 0,035%;
- вуглець (C) менше 0,12%.

4.2. Розрахунок основних параметрів

- 1) Обираємо кратність насоса:

$k=1$.

- 2) Обираємо коефіцієнт стиснення насоса:

$k_n=0,8$.

- 3) Обираємо кількість лопатей:

$z_n=4$ (в нашому випадку 2 суцільні пластини).

- 4) Визначаємо розрахункове значення ексцентриситету:

$$e = (0,1..0,1875) \cdot R = 0,18 \cdot R = 0,18 \cdot 120 = 22 \text{ мм}.$$

де $R = 120 \text{ мм}$.

- 5) Визначаємо мінімальну товщину пластини:

$$\lambda = \frac{e}{R} = \frac{22}{101,5} = 0,216,$$

де $e = 22$ мм;

$R = 101,5$ мм.

$$\delta_{opt} = \frac{\pi \cdot R \cdot (2 \cdot \lambda + 1)}{3 \cdot z_{opt}^3} = \frac{3,14 \cdot 101,5 \cdot (2 \cdot 0,216 + 1)}{3 \cdot 4^3} = 2,4 \text{ мм},$$

де $R = 101,5$ мм;

$\lambda = 0,216$ од.;

$z_{opt.} = 4$ од.

Для збільшення відцентрових сил, що утворюються при обертанні ротора, обираємо значення товщини пластини рівним 8 мм (збільшивши товщину пластини можливо додатково збільшити масу, за рахунок якої виникає відцентрова сила).

б) Визначаємо ширину пластини:

Визначення ширини пластини проводиться для виключення імовірності заклинювання пластини в пазу.

Знаходимо кут:

$$\beta = \arcsin \left(\frac{e + \frac{\delta}{2}}{R} \right) = \arcsin \left(\frac{22 + \frac{8}{2}}{101,5} \right) = \arcsin(0,256) = 14,83^\circ,$$

де $e = 22$ мм;

$\delta = 8$ мм;

$R = 101,5$ мм.

$$h = 2 \cdot R \cdot \cos \beta = 2 \cdot 101,5 \cdot \cos(14,83^\circ) = 196,226 \text{ мм},$$

де $\cos(14,83^\circ) = 0,966$ рад.

7) Визначаємо довжину ротора (пластини):

Так як конструкція ротора та пластини виключає можливість заклинювання, підберемо $l = 150$ мм.

8) Визначаємо радіус ротора:

$$r = R - e - c = 101,5 - 22 - 0,5 = 79 \text{ мм},$$

де $R = 101,5$ мм;

$e = 22$ мм;

$c = 0,5$ мм.

9) Визначаємо мінімальну товщину стінки корпусу (статорного кільця):

Визначаємо довжину ділянки статора, на яку діє максимальна відцентрова сила:

$$m = \frac{\pi \cdot R}{2} = \frac{3,14 \cdot 101,5}{2} = 159,355 \text{ мм},$$

де $R = 101,5$ мм.

Визначаємо площу, на яку діє максимальна відцентрова сила:

$$S = l \cdot m = 150 \cdot 159,355 = 23903,25 \text{ мм}^2,$$

де $l = 150$ мм.

Переведемо мм^2 в м^2 :

$$S = 23903,25 \text{ мм}^2 = 0,0239 \text{ м}^2.$$

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо тиск у порожнині, де діє максимальна відцентрова сила:

$$p = \frac{F_g}{S} = \frac{9407,04}{0,0239} = 0,39 \text{ МПа},$$

де $F_g = 9407,04 \text{ Н}$ (розрахунок див. пункт 10).

Визначаємо мінімально допустиму товщину стінки:

$$t = \frac{p \cdot D}{[\sigma] + p} = \frac{1,5 \cdot 203}{179 + 1,5} = \frac{304,5}{180,5} = 1,68 \text{ мм},$$

де $p = 1,5 \text{ МПа}$ (обране значення не відповідає значенню тиску системи, а відповідає максимальному значенню, до якого може підскочити тиск в результаті збою роботи установки);

$D = 203 \text{ мм}$;

$[\sigma] = 179 \text{ МПа}$ - напруження при температурі 20°C , яке є характеристикою обраного матеріалу – Сталь 12Х18Н10Т.

Розрахувавши мінімально допустиму товщину стінки ми можемо підібрати трубу зі стандартного ряду. Обираємо трубу з товщиною стінки $t = 6 \text{ мм}$.

10) Визначаємо максимальну відцентрову силу вздовж осей:

Знаходимо кутову швидкість:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 3000 = 18840,$$

де $n = 3000 \text{ об/хв}$.

Знаходимо максимальну відцентрову силу:

$$F_B = m \cdot \pi \cdot \omega = 0,94 \cdot 314^2 \cdot 0,1015 = 9407,04 \text{ Н},$$

де $m \approx V = 0,94$ кг (проводимо розрахунки об'єму залежно від геометричних розмірів пластин (лопатей), ротора, внутрішнього діаметру статора, отворів для перетікання робочої рідини та її густини).

11) Визначаємо підйомну силу:

$$F_T = 1,2 \cdot m \cdot g = 1,2 \cdot 85,4 \cdot 9,81 = 1005,32 \text{ Н},$$

$$F = F_B - F_T = 9407,04 - 1005,32 = 8401,72 \text{ Н}.$$

Як бачимо, максимальна відцентрова сила у вісім разів більша за мінімальну силу, необхідну щоб підняти установку з місця, тобто можна сказати, що «залишкову» силу 8,4 кН (понад 700 кг) можна використати для підйому вантажу.

4.3. Обчислення об'єму «пневмогідроаккумулятора»

Знайдемо мінімальну кількість повітря, що буде знаходитись в установці:

$$V_{га} = k \cdot V_{max} \cdot \alpha = 3 \cdot 4,23 \cdot 16 \cdot 10^{-4} = 0,02 \text{ л},$$

де $k = 3$;

$V_{max} = 4,23$ л;

$\alpha = 16 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$.

Знайдемо максимальний об'єм рідини V_{max} .

Для початку потрібно обчислити загальний об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = \pi \cdot R^2 \cdot l = 3,14 \cdot 101,5 \cdot 150 = 47806,5 \text{ мм}^2,$$

де $R = 101,5 \text{ мм}$;

$l = 150 \text{ мм}$.

Знайдемо загальний об'єм ротора:

Для цього потрібно знайти загальний об'єм роторного кільця та об'єм отворів для перетікання рідини.

Знайдемо об'єм, який займає роторне кільце:

$$V_{\text{рк}} = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) \cdot l = \left(\frac{3,14 \cdot 158^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 148^2}{4} \right) \cdot 150 = 360315 \text{ мм}^3,$$

де $D = 158 \text{ мм}$;

$d = 148 \text{ мм}$;

$l = 150 \text{ мм}$.

Знайдемо об'єм, який займають отвори для перетікання рідини:

$$V_{\text{отв}} = n \cdot \left(a \cdot b + \frac{\pi \cdot b^2}{4} \right) \cdot h = 32 \cdot \left(55 \cdot 10 + \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \right) \cdot 5 = 100560 \text{ мм}^3,$$

де $n = 32$;

$a = 55 \text{ мм}$;

$b = 10 \text{ мм}$;

$h = 5 \text{ мм}$.

Тоді загальний об'єм ротора:

$$V_p = V_{\text{рк}} - V_{\text{отв}} = 360315 - 100560 = 259755 \text{ мм}^3.$$

Знайдемо об'єм пластини:

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Площа пластини:

$$S_{nl} = a \cdot b - \frac{\pi \cdot D^2}{4} - c \cdot d = 150 \cdot 196 - \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} - 60 \cdot 80 = 22638 \text{ мм}^2,$$

де $a = 150 \text{ мм}$;

$b = 196 \text{ мм}$;

$D = 50 \text{ мм}$;

$c = 60 \text{ мм}$;

$d = 80 \text{ мм}$.

Тоді об'єм пластини:

$$V_{nl} = S_{nl} \cdot t = 22638 \cdot 8 = 181104 \text{ мм}^3,$$

де $t = 8 \text{ мм}$.

Об'єм камери з урахуванням геометричних розмірів установки, а саме об'єму корпусу, об'єму який займає ротор та пластини:

$$V = V_{\text{корп}} - (V_p + 2 \cdot V_{nl}) = 4852360 - (259755 + 2 \cdot 181104) = 4230400 \text{ мм}^3.$$

Для зручності переведемо в іншу одиницю вимірювання:

$$V = 4230400 \text{ мм}^3 = 0,00423 \text{ м}^3 = 4,23 \text{ л}.$$

Після проведення розрахунку ми бачимо який мінімальний об'єм повітря потрібно залишити. Але для зменшення впливу на привід (електродвигун), що приводить в роботу дану установку, збільшимо об'єм повітря в декілька разів, і він буде рівним $V_{nga} = 750 \text{ мл}$.

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.4. Інші конструктивні рішення

Дана установка має як переваги так і недоліки, і для їх вирішення було запропоновано ряд конструкційних рішень.

У даній установці виникає проблема тертя між статором та пластиною: під дією відцентрових сил пластина по всій довжині треться зі статором, що і є проблемою. Адже тим самим відбувається зношення пластини та статора, що є неприпустимим при роботі установки. Для вирішення даної проблеми було запропоновано нанести на внутрішню поверхню статора антифрикційне покриття.

Виникла проблема з тим, як зробити ротор полим. Було запропоновано декілька варіантів. Але найбільш підходящим та найпростішим став варіант з виготовлення його з труби та двох кришок (передньої та задньої). Це дозволило паралельно вирішити проблему з тим, як вставити в ротор дві пластини одразу (так як пластини встановлені під кутом 90° одна до одної, радіально вставити можна тільки одну пластину, інша ж не може бути встановленою, а якщо брати варіант з торцевою установкою пластин, то заважали в втулки для підшипників).

Висновки до розділу:

У даному розділі було проведено аналіз вхідних даних, підібрано робочу рідину установки, підібрано матеріал для виробництва основних деталей установки, проведено розрахунок «пневмогідроаккумулятора» та наведено деякі з конструктивних рішень. За допомогою даних, отриманих у результаті розрахунку можливо спроектувати установку під вхідні параметри. Дані, отримані в результаті розрахунків повністю задовольняють технічне завдання.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

Технологічний процес механічної обробки будь-якої заготовки може бути поділений на декілька етапів. Під етапом технологічного процесу розуміють сукупність способів обробки, які дозволяють досягти приблизно однакову економічну точність і якість поверхні.

У загальному випадку ці етапи мають таку загальновідому характеристику, як чорновий, напівчистовий, чистовий та оздоблювальний.

5.1. Технологічний контроль якості кресленника

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять видимості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі [18].

Проаналізувавши креслення (рис. 5.1.) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82 [18].

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

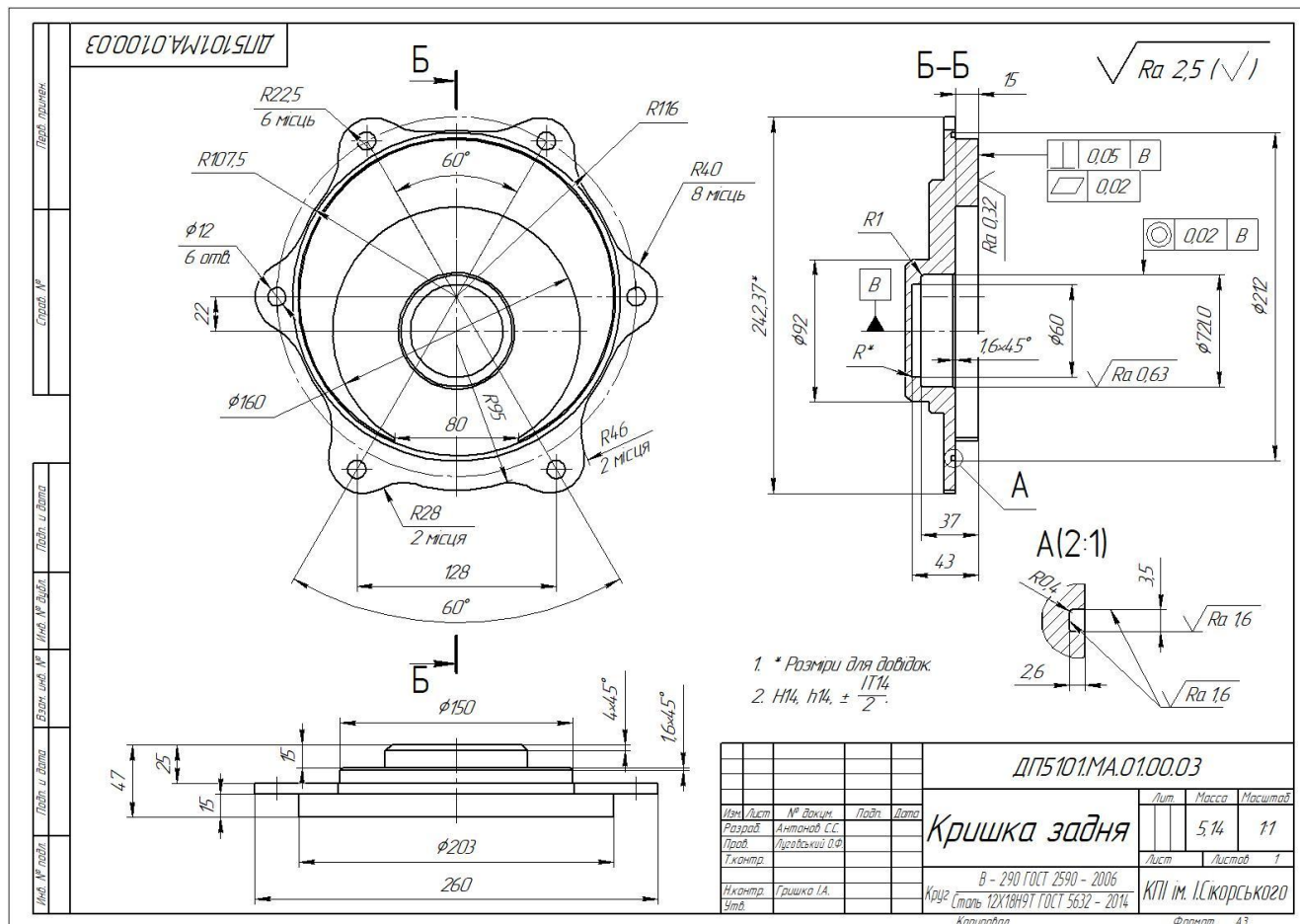


Рис. 5.1 Креслення деталі для виготовлення

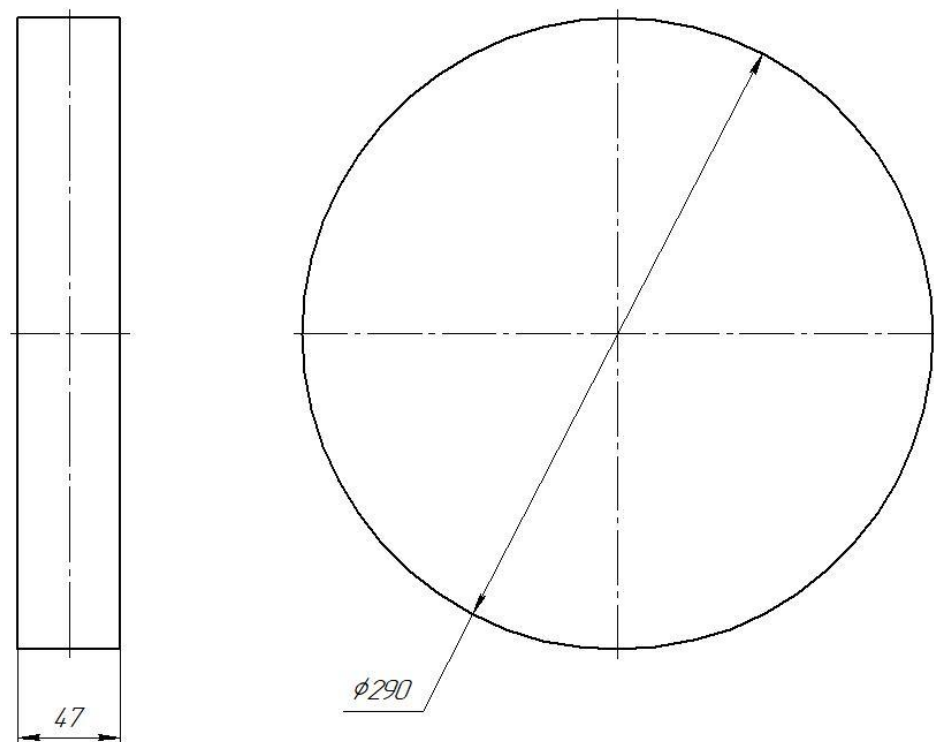


Рис. 5.2 Заготовка

5.1.1. Зміст технологічних операцій

Вхідні дані:

- Заготовка (рис. 5.2);
- Креслення деталі «Кришка задня» (рис. 5.1).

005. Токарна (рис. 5.3)

Верстат Наас серія ST-25.

А. Установити, закріпити, зняти.

005.01 Точити, попередньо витримуючи розміри 1, 2, 3.

005.02 Точити, остаточно витримуючи розміри 4,5.

005.03 Точити, остаточно витримуючи розміри 1'', 2'', 3''.

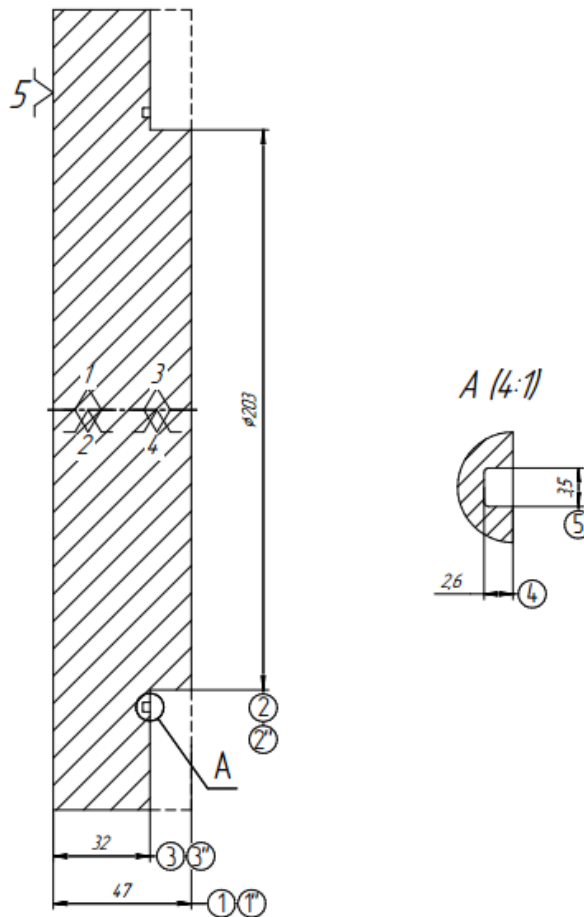


Рис. 5.3 005 – Токарна

010. Токарна (рис. 5.4)

Верстат Наас серія ST-25.

Б. Переустановити, закріпити, зняти.

010.01 Свердлити попередньо, витримуючи розмір 7.

010.02 Точити, попередньо витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

010.03 Точити, остаточно витримуючи розміри 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7''.

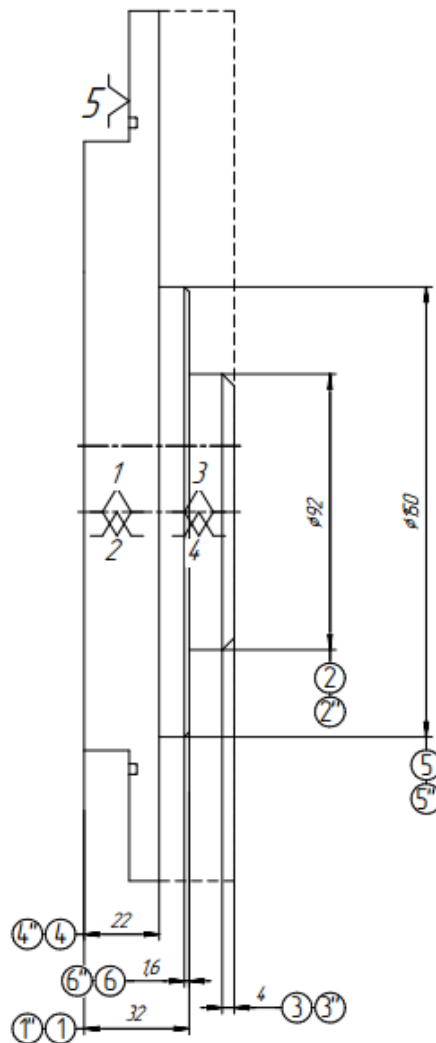


Рис. 5.5 015 – Токарна

020. Багатоцільова (рис. 5.6)

Верстат Haas серія UMC-750.

Г. Переустановити, закріпити, зняти.

020.01 Свердлити чотири отвори, витримуючи розміри 1, 2, 3.

020.02 Свердлити два отвори, витримуючи розміри 1, 3, 4.

020.03 Фрезерувати профіль остаточно, витримуючи розміри 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

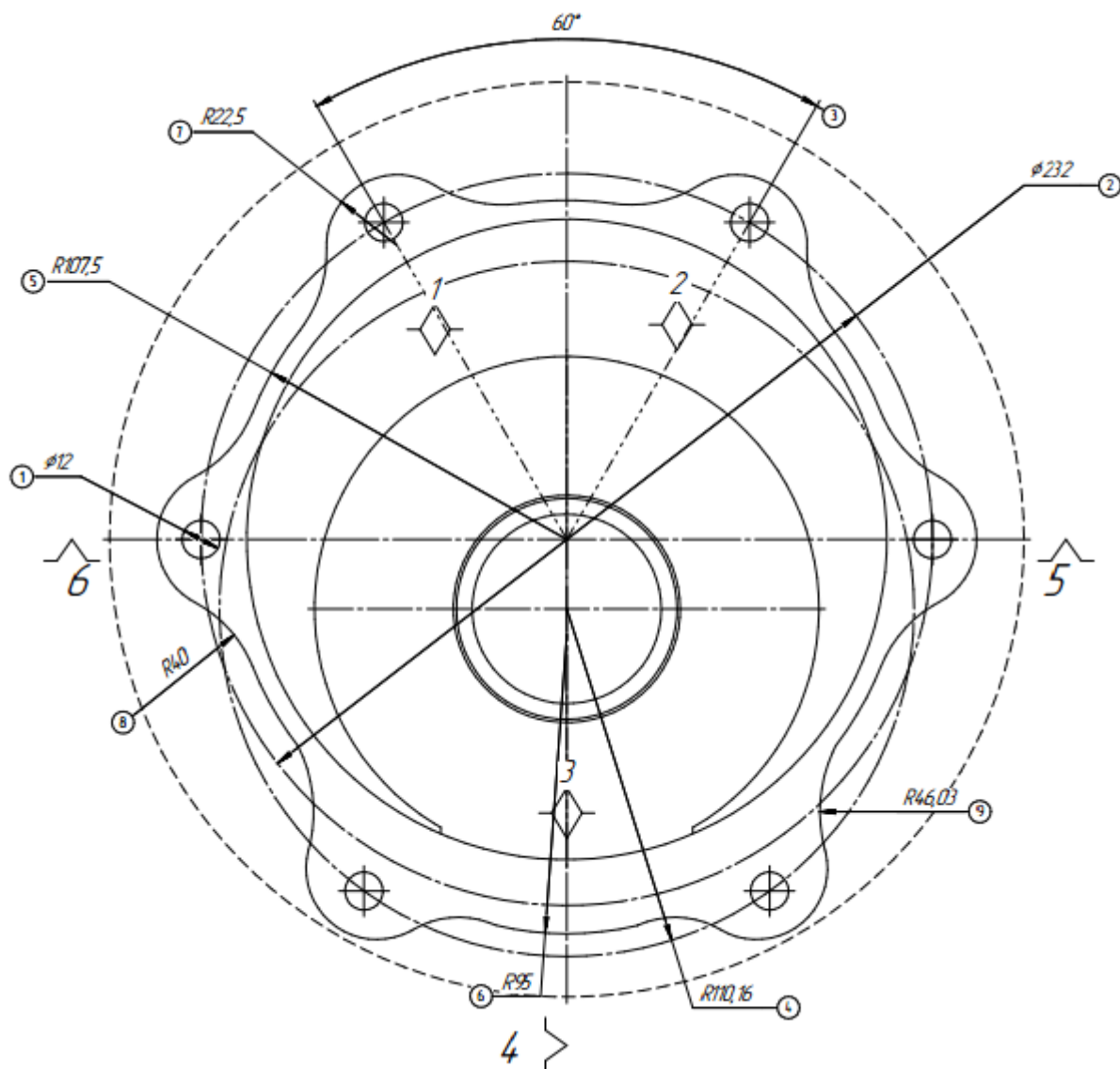


Рис. 5.6 020 – Багатоцільова

5.2. Розрахунок режимів різання

5.2.1. Розрахунок режимів різання на розточування отвору Ø72 мм.

Розрахуємо режими різання для операції 010.

Верстат Наас серія ST-25.

Матеріал заготовки: 12X18H10T.

Ріжучий інструмент: Різець прохідний (матеріал – Т15К6).

Із таблиць враховуючи матеріал заготовки та інструменту обираємо подачу:

Перший прохід:

$$S = 0,35 \frac{\text{мм}}{\text{об}}, \quad t = 2 \text{ мм}.$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{420 \cdot 1,1}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} = \frac{462}{2,14 \cdot 1,1 \cdot 0,7} = 207 \frac{\text{м}}{\text{хв}},$$

де $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$; $T = 60 \text{ хв}$.

Загальний поправний коефіцієнт:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv} = 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,1$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^1 = 1,1.$$

Сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot S^y \cdot V^n \cdot K^p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 2^{0,75} \cdot 207^{-0,15} \cdot 0,562 = 436 \text{ Н},$$

де $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi n} \cdot K_{\gamma n} \cdot K_{\lambda n} \cdot K_{rn} = 0,56 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,562,$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{\frac{0,75}{0,35}} = 0,56.$$

Потужність різання:

$$N_B = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{436 \cdot 207}{1020 \cdot 60} = 1,91 \text{ кВт}.$$

Так як розрахункова потужність менша від ефективної потужності верстата, швидкість розточування буде обмежена лише стійкістю інструмента.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 207}{3,14 \cdot 72} = 1185 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Вибираємо фактичну частоту обертання:

$$n_{\phi} = 1250 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Фактична швидкість розточування:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 1250}{1000} = 282,6 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{S} = \frac{l + (l_{ep} + l_{no})}{S_o \cdot n_\phi} = \frac{595 + 3,5}{0,2 \cdot 1250} = \frac{598,5}{250} = 2,4 \text{ хв.}$$

Всі інші режими на операції 010. Токарна з ЧПУ зведемо до табл. 5.1.

Для розрахунку даних про режими різання скористаємось електронною програмою «Sandvik». Дана програма дозволяє розрахувати всі основні параметри різання, свердління та фрезерування під внесені нами вхідні параметри. Результати розрахунків див. після табл. 5.1 (рис. 5.7, рис. 5.8, рис 5.9, рис. 5.10).

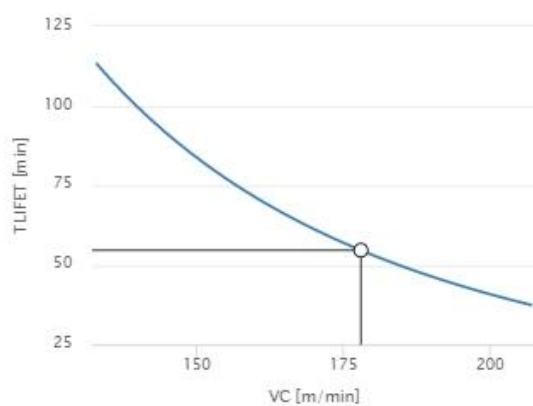
Табл. 5.1

Режими різання для операції 010. Токарна з ЧПУ

Обробка поверхні	D(B) мм	L, мм	t, мм	s_o , мм/о б	n, об/хв	V, м/хв	i	T, хв
Свердління отвору Ø60	60	43	43	-	1000	178	1	55
Розточування отвору Ø160	160	15	2	0,2	451	227	1	8,5
Розточування отвору Ø72	72	32	2	0,2	1000	227	1	8,5
Розточування отвору Ø60	60	6	2	0,2	1200	227	1	8,5
Точіння фаски 1,6×45°	72	1,6	2	0,2	1000	227	1	8,5

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА
178	0.13	942	122
PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	FFF [N] УСИЛИЕ ПОДАЧИ	QQ [cm ³ /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА
16	162	6270	346
TLIFEL [m] СТОЙКОСТЬ, ДЛИНА	TLIFET [min] СТОЙКОСТЬ, ВРЕМЯ	TLIFEC [Поверхности] СТОЙКОСТЬ, ДЕГ.	
6.7	55	157	

TLIFET [min] x VC [m/min]



TLIFET [min] x FN [mm]

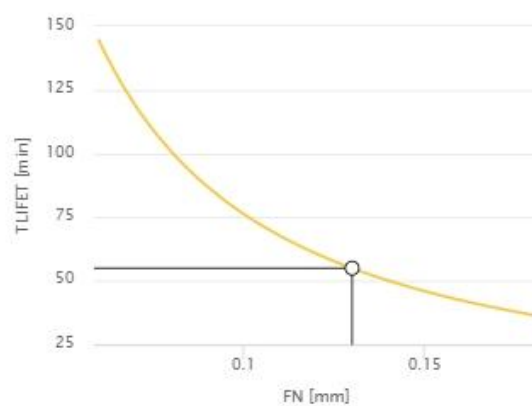


Рис. 5.7 Свердління отвору Ø60

Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ

Лист

53

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	HEX [mm] МАХ ТОЛЩИНА СТРУЖКИ	KAPR [°] ГЛАВНЫЙ УГОЛ В ПЛАНЕ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ
227	0.164	55	0.2
MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	QQ [cm ³ /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА
72.9	451	3.44	90.7
TLIFEL [m] СТОЙКОСТЬ, ДЛИНА	TLIFET [min] СТОЙКОСТЬ, ВРЕМЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА	
0.77	8.5	90.2	

TLIFET [min] x VC [m/min]

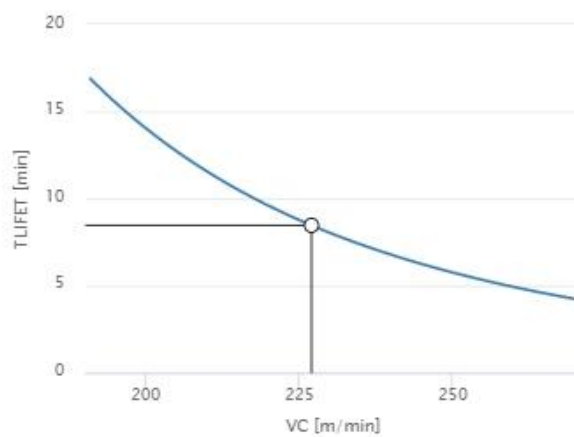


Рис. 5.8 Розточування отвору Ø160

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	HEX [mm] МАК ТОЛЩИНА СТРУЖКИ	KAPR [°] ГЛАВНЫЙ УГОЛ В ПЛАНЕ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ
227	0.164	55	0.2
MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	QQ [cm ³ /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА
32.8	1000	3.44	90.7
TLIFEL [m] СТОЙКОСТЬ, ДЛИНА	TLIFET [min] СТОЙКОСТЬ, ВРЕМЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА	
1.7	8.5	201	

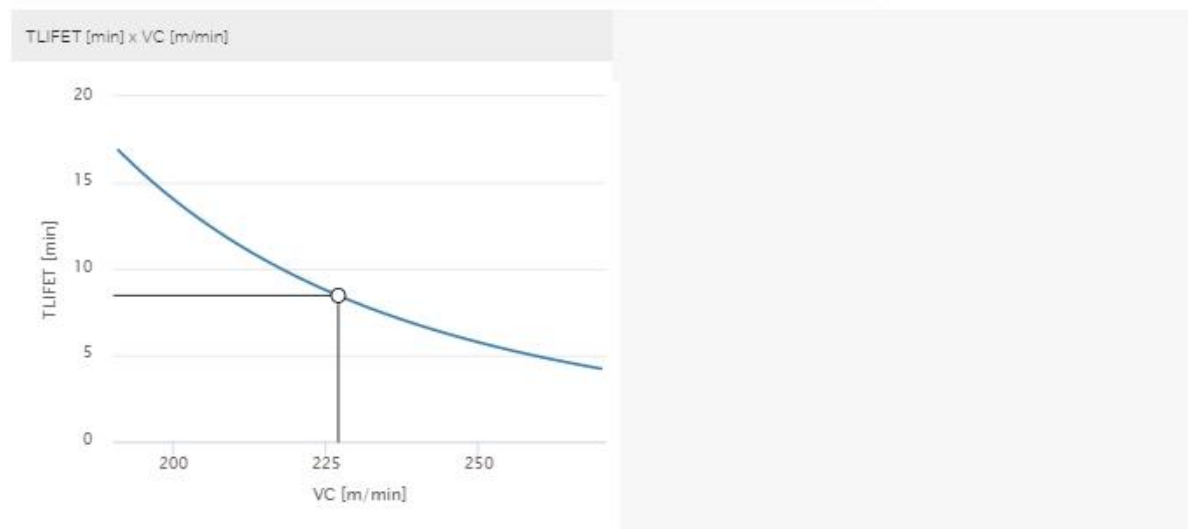


Рис. 5.9 Розточування отвору Ø72

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	HEX [mm] МАХ ТОЛЩИНА СТРУЖКИ	КАРР [°] ГЛАВНЫЙ УГОЛ В ПЛАНЕ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ
227	0.164	55	0.2
MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШЛИНДЕЛЯ	PFC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	QQ [cm ³ /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА
27.3	1200	3.44	90.7
TLIFEL [m] СТОЙКОСТЬ, ДЛИНА	TLIFET [min] СТОЙКОСТЬ, ВРЕМЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА	
2	8.5	241	

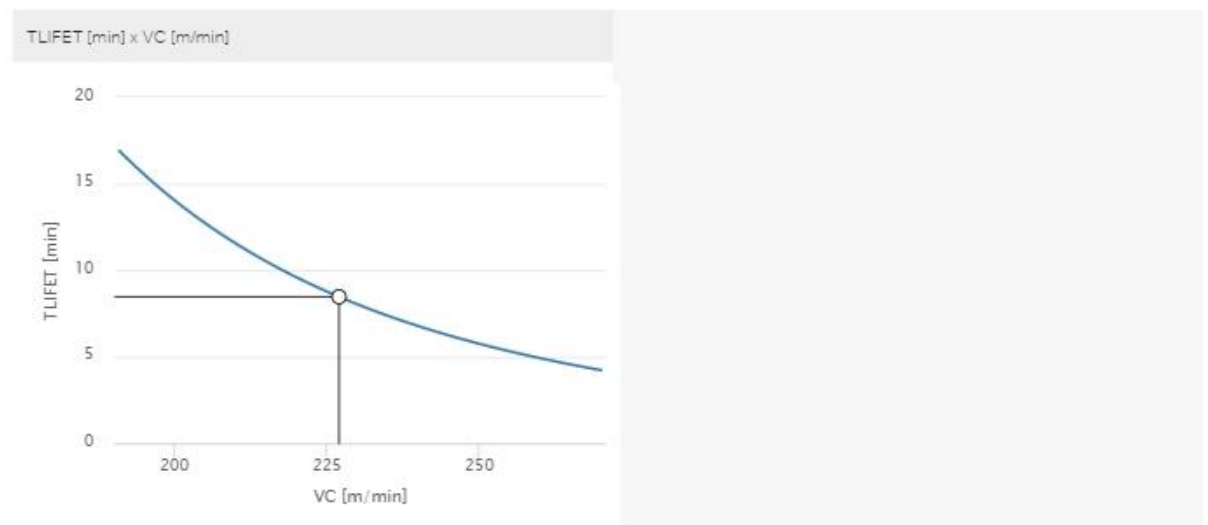


Рис. 5.10 Розточування отвору Ø60

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при роботі

Темою моєї дипломної роботи є створення об'ємної машини. У даній роботі досліджено основні умови роботи машини для забезпечення її нормального функціонування. Основними негативними чинниками є:

- пожежонебезпека;
- небезпека ураженням електричним струмом;
- зорове навантаження;
- мікроклімат.

6.2. Пожежна безпека

У дипломній роботі передбачено проведення ряду заходів, що спрямовані на забезпечення пожежної безпеки в приміщенні.

Приміщення, в яких встановлені ПК, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі по, з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в кімнаті гуртожитку із МДФ, дверні та віконні переплети із металопластика, корпусу ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В.

На основі СНіП II-2-80 будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год;
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год;
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год;
- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год;
- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год;

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год.

Необхідний час евакуації складає – 40 секунд. Евакуацію необхідно здійснювати швидко, чітко та без паніки .

Кількість вогнегасників в приміщенні розраховується з розрахунку один вогнегасник на 20 м^3 в даній кімнаті об'єм = 70 м^3 , тому в приміщенні 3 вогнегасники вуглекислотних ВВК-1,4 (ОУ 2).

Пожежна небезпека гуртожитку характеризується такими показниками:

1. Наявність великої кількості горючих речовин та матеріалів (меблі, речі одягу, килимові вироби, вироби з пластмас, матеріали для оздоблення, товари побутової хімії та ін.).

2. Присутність різноманітних джерел запалення .

3. Наявність шляхів розповсюдження пожежі (по горючому оздобленню, по пустотам будівельних конструкцій, по вентиляційним каналам, по ліфтовим шахтам, по сміттєпроводам, вибухом).

Особливостями пожежної небезпеки гуртожитку є:

- практичною відсутністю пожежної спец. техніки, необхідної для евакуації людей;

- значно більший необхідний час евакуації людей (велика висота будівель, велика протяжність евакуаційних шляхів);

- швидке розповсюдження диму по сходовим клітинам, ліфтовим шахтам, сміттєпроводам, вентиляційним каналам та ззовні будівлі.

Устрій протипожежного захисту:

- установки димовидалення із коридорів поверхів;

- внутрішній п/п водопровід [9].

Черговий персонал в будівлях житлових будинків гуртожитків ознайомлений з призначенням, принцип роботи пристроїв систем протипожежного захисту, вміє включати їх в роботу.

Основні запобіжні заходи і правила пожежної безпеки при експлуатації електричних та нагрівальних приладів, що використовуються у побуті, такі:

- нагрівальні прилади можна встановлювати тільки на негорючі підставки;
- забороняється залишати прилади, що включені, без нагляду;
- забороняється включати в одну розетку одночасно декілька приладів;
- необхідно спостерігати за щільністю контактів в місцях приєднання проводів приладів до вилки, клем між собою тощо;
- небезпечно замінювати запобіжники, що перегоріли, в телевізорах, приймачах і інших побутових приладах саморобними або плавкими запобіжниками;
- забороняється користуватися саморобними нагрівальними приладами.

Значну кількість пожеж у житловому секторі складають пожежі від побутових газових приладів. Основною причиною цих пожеж є витікання газу внаслідок порушення герметичності трубопроводів, з'єднувальних вузлів або через пальники газових плит. Саме тому у разі появи запаху газу у приміщенні не можна запалювати сірники, запальнички, вмикати і вимикати електричні вимикачі, входити у приміщення з відкритим вогнем або з цигаркою - все це може викликати вибух газу.

Якщо витікання газу відбувається з відкритого крана на газовому приладі, то його треба закрити, ретельно провітрити приміщення і тільки після цього можна запалювати вогонь. У випадку витікання газу в результаті пошкодження приладів, користування ними необхідно припинити і негайно повідомити в контору газового господарства.

Категорично забороняється користуватися вогнем для виявлення витoku газу із балонів і газових приладів, для цього можна застосовувати тільки мильний розчин.

6.3. Загальна характеристика мікроклімату робочої зони під час роботи над дипломною роботою

Робочою зоною являлась робоча кімната, яка була постійним робочим місцем у період роботи над дипломним проектом. Величини показників мікроклімату у робочій зоні порівнюються з оптимальними показниками умов мікроклімату приміщень. Виходячи з «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99, визначаємо дану роботу, як легку фізичну роботу (категорія І) при якій витрата енергії дорівнює 105 - 140 Вт (90 - 120 ккал/год.) - категорія Іа, тобто робота, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження [9].

Мікрокліматичні умови приміщень характеризуються такими показниками: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, температура поверхні [9].

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та ін. заходи колективного захисту [9].

6.4. Освітлення робочого приміщення

Після технічного обслуговування і ремонту системи, її необхідно випробувати на функціонування. Для цього передбачаються наступні правила з техніки безпеки:

Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться чільне місце. Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці, при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору, світлові відблиски – тимчасове засліплення [9].

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення, проте природньому освітленню властиві і недоліки: воно непостійне в різні періоди доби та року, в різну погоду; нерівномірно розподіляється по площі виробничого приміщення; при незадовільній його організації може викликати засліплення органів зору [9].

Штучне освітлення передбачається в усіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень у темний період доби, під час якого також проводилась робота над дипломним проектом. При розрахунку штучного освітлення було забезпечено сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи [9].

6.5. Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони

Визначте згідно ДБН В.2.5.-28-2006 нормоване значення освітленості у робочому приміщенні, схема розміщення світильників представлена на рис. 6.1 [9].

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

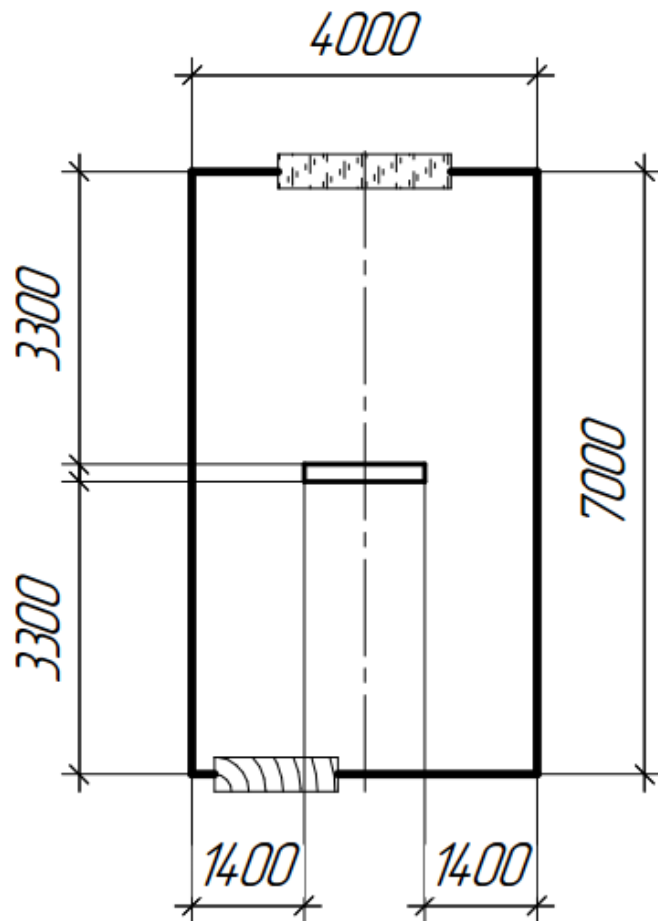


Рис. 6.1. Схема розташування світильників у робочому приміщенні

На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначимо фактичну освітленість у приміщенні. Для цього визначаємо індекс приміщення i по формулі:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c \cdot (a + b)} = \frac{7 \cdot 4}{1,6 \cdot (7 + 4)} = 1,6,$$

де $a = 7$ м і $b = 4$ м довжина і ширина приміщення;

$h_c = 1,6$ м – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Виходячи з індексу приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги (ρ_{cl} , ρ_{cw} , ρ_n), визначте коефіцієнт використання світлового потоку η .

Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{cl} = 70\%$, стіни мають світло сірий колір $\rho_{cn} = 50\%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30\%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8м.

Для встановленої системи освітлення визначимо нормоване значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової роботи при роботі над дипломною роботою: $S_0 = 3$ мм - мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, характеристика фону – світла, контраст об'єкта розпізнавання з фоном – великий.

З заданих параметрів можемо встановити, що $E_n = 200$, лк.

Виходячи з типу ламп, а саме дволампові світильники ЛХБ 40 потужністю 40 Вт, світловий потік відповідатиме значенню $F_{\lambda} = 3100$ лм.

Визначаємо фактичне значення освітленості в приміщенні E_{ϕ} :

$$E_{\phi} = \frac{F_{\lambda} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z},$$

де $N=1$ – кількість світильників, од.;

$n=1$ – кількість ламп в світильнику, од.;

$\eta=0,56$ – коефіцієнт використання світлового потоку;

$S=28 \text{ м}^2$ – площа приміщення;

$k_3=1,5$ – коефіцієнт запасу;

$z=1,1$ – коефіцієнт нерівномірності.

$$E_{\phi} = \frac{3100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,56}{28 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = \frac{1736}{46,2} = 37,6 \text{ лк.}$$

Порівняємо фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення, з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_{\kappa} - E_{\phi}}{E_{\kappa}} \cdot 100\% = \frac{200 - 37,6}{200} \cdot 100\% = 81\% .$$

Оскільки маємо невідповідність освітленості приміщення нормам, розрахуємо необхідну кількість світильників та зобразимо умовну схему їх розташування.

Кількість світильників N_p , необхідних для досягнення оптимального значення освітленості:

$$N_p = \frac{S \cdot k_3 \cdot z \cdot E_n}{F_l \cdot n \cdot \eta} = \frac{28 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 200}{3100 \cdot 2 \cdot 0,56} = \frac{9240}{3472} = 2 .$$

Освітленість з оптимальною кількістю світильників:

$$E_p = \frac{F_l \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{3100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,56}{28 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = \frac{6944}{46,2} = 150,3 \text{ лк} .$$

Повторно проведемо порівняння фактичного значення освітленості з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_{\kappa} - E_{\phi}}{E_{\kappa}} \cdot 100\% = \frac{200 - 150,3}{200} \cdot 100\% = 25\%$$

На підставі отриманих результатів можна відзначити відповідність перерахованої системи штучного освітлення у розглянутому приміщенні нормативним вимогам та можна затвердити схему розташування світильників з заданими параметрами(рис.6.2.).

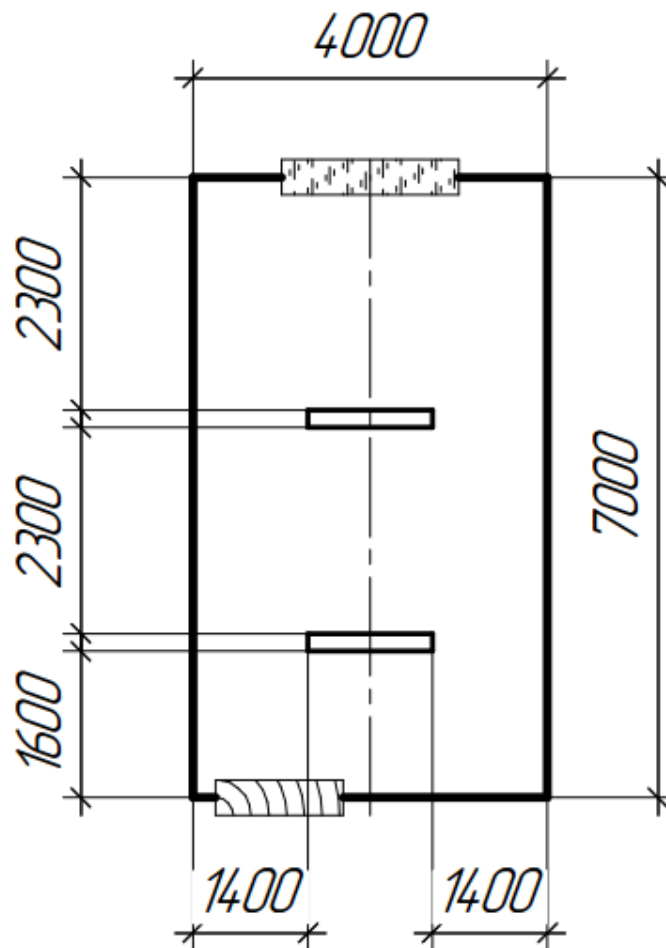


Рис.6.2.Кінцева схема розміщення світильників в приміщенні

Умови та безпека праці, їх стан та покращання – важлива задача кожного з нас. Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від рівня правового забезпечення цих питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог в законах та інших нормативно-правових актах [9].

Висновки до розділу з охорони праці:

-при розробці даного розділу мною було розглянуто такі питання, як визначення небезпечних факторів при роботі об'ємною машиною, визначення та забезпечення безпеки при роботі з робочою рідиною, пожежна безпека в приміщенні, загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок

освітленості приміщення. Загалом умови праці на робочому місці є задовільними, загальна безпека приміщення відповідає основним нормам.

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання проекту була спроектована та розрахована об'ємна машина для переміщення вантажів. Також було вказано особливості установок даного класу, їх плюси та мінуси. Був описаний принцип роботи, загальна конструкція та особливості установки, що проектується.

Результатом розрахунку стало значення підйомної сили, що створюється даною установкою. Дане значення рівне 8,4 кН, що є дуже хорошим показником для даної установки. Його удалось досягти не тільки за рахунок гідродинамічних характеристик рідини, а й за допомогою конструктивних особливостей, таких як зменшення маси одних і збільшення маси інших деталей.

При конструюванні було вирішено ряд проблем, які постали перед нами:

1. Виключена можливість заклинювання лопатей за рахунок використання суцільних пластин.
2. Використання полого ротора дало можливість не використовувати зовнішній акумулятор та значно зменшило масу виробу.
3. Одночасна робота двох установок з протилежним вектором кутової швидкості дала можливість виключити ефект «штопоріння» і в той же час збільшила підйомну силу вдвічі.

Було визначено небезпечні фактори при роботі з пристроями даного типу, визначено та забезпечено безпеку праці при роботі установки, пожежна безпека у приміщенні, де вона буде працювати. Також було визначено загальний мікроклімат у приміщенні, виконано розрахунок освітленості приміщення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трофимов В.А., Яхно О.М., Губарев О.П., Солонин Р.И. Робочие жидкости систем гидропривода// Учебное пособие для студентов.- К.: НТУУ «КПИ».- 2009.-184с.
2. Чабанний В.Я., Магопечь С.О., Мажейка О.Й., Осипов І.М., Солових Є.К., Аулін В.В., Павлюк-Мороз В.А., Попов Г.А. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення// Навчальний посібник, КП «Центрально-Українське видавництво».-2008.-353с.
3. Башта Т. М. и др. «Гидравлика, гидромашины, гидроприводы» М.: Машиностроение, 1982 г. - 423 с..
4. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. «Гидравлика, гидромашины и гидроприводы» Учебник. - М.: Машиностроение.
5. «Методика расчета пластинчато-роторного вакуумного насоса.» Метод. Указания к курсовой работе. Солдатова К.В. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 52 с.
6. «Пластинчатые насосы и гидромоторы», Зайченко І.З, Мишлевський Л.М., «Машиностроение», 1970, стр.229
7. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Київ: Техніка, 1977. - 322 с.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - М. : Машиностроение, 1977. - Т. 1-3.
9. Основи охорони праці: Підручник 2-ге видання, доповнене та перероблене. К.Н.Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, С.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа,2006 – 448с.
10. База нормативних документів (<http://csm.kiev.ua/>).
11. Антонов С.С., Луговський О.Ф. тези доповіді «Транспортний засіб для переміщення в умовах бездоріжжя» (<http://imm->

					ДП5101.МА.00.00.00 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

mmi.kpi.ua/imm2019/paper/view/17045).

12. Анухин В . И . Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.

13. Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов. - 2-е изд. стер. - М Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, М. С. Островский. – Под ред. В. А. Тимирязева.: Высш. шк., 2007. - 272 с.: ил. – Для студентов машиностроительных специальностей вузов.

14. Технологія машинобудування: метод. вказівки до практичних занять та самостійної роботи для бакалаврів напряму підготовки 6.050502 "Інженерна механіка" /Уклад.: С.С.Добрянський, В.К.Фролов, Ю.М. Малафєєв – К.: НТУУ «КПІ», 2012. - 67 с. (електронне видання).

15. Миль М.Л., Некрасов А.В., Браверман А.С., Гродко Л.Н., Лейканд М.А. Вертолеты. Расчет и проектирование. Книга первая. Аэродинамика (1966).

16. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам (1976) Я.М. Вильнер.

17. Довідкові матеріали за посиланням (<http://jak.bono.odessa.ua/articles/u-poshukah-inercioida.php>).

18. <https://megapredmet.ru/1-37864.html>

19. <https://www.kp.ru/guide/stal-12kh18n10t.html>

20. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Етиленгліколь>

21. <http://znaimo.com.ua/Інерція#link5>

22. <http://ukped.com/plan-konspekti/fizika/2619-zakon-inertiyyi-pershiy-zakon-njutona.html>